



SUSU

Tujuan Instruksional Umum

Mahasiswa menguasai tentang susu, sifat fisik, struktur kimia, penanganan untuk mempertahankan mutu

Tujuan Instruksional Khusus

Mahasiswa memahami hewan penghasil susu, jenis dan sifat fisik susu, komposisi kimia, penanganan, kerusakan yang dimungkinkan terjadi, perubahan selama penyimpanan, uji kualitas susu serta kaitannya dengan mutu yang disesuaikan dengan Standar Nasional Indonesia.

Susu didefinisikan sebagai sekresi dari kelenjar susu binatang yang menyusui anaknya (mamalia). Air susu merupakan bahan makanan utama bagi makhluk yang baru lahir, baik bagi hewan maupun manusia. Sebagai bahan makanan/minuman air susu sapi mempunyai nilai gizi yang tinggi, karena mengandung unsur-unsur kimia yang dibutuhkan oleh tubuh seperti Calcium, Phosphor, Vitamin A, Vitamin B dan Riboflavin yang tinggi. Komposisinya yang mudah dicerna dengan kandungan protein, mineral dan vitamin yang tinggi, menjadikan susu sebagai sumber bahan makanan yang fleksibel yang dapat diatur kadar lemaknya, sehingga dapat memenuhi keinginan dan selera konsumen.

Susu berasal dari mamalia yaitu hewan yang memiliki kelenjar susu. Susu berasal dari ASI (Air susu ibu), sapi, kambing, kuda, unta, babi, anjing dan domba. Produksi susu hewan mamalia hanya cukup dan dimanfaatkan oleh anaknya. Namun, ada hewan yang produksi susunya melebihi kebutuhan anak-anaknya, yaitu ternak perah. Beberapa contoh ternak perah adalah sapi perah, kambing perah dan kerbau perah yang secara genetis khusus menghasilkan susu. Selain itu ternak perah memiliki kemampuan mengubah hijauan, konsentrat dan limbah pertanian menjadi produk susu.



1. HEWAN PENGHASIL SUSU

1.2. Sapi

Ayrshire. Bangsa sapi Ayrshire dikembangkan di daerah Ayr, yaitu di daerah bagian barat Skotlandia. Wilayah tersebut dingin dan lembab, padang rumput relative tidak banyak tersedia. Dengan demikian maka ternak terseleksi secara alamiah akan ketahanan dan kesanggupannya untuk merumput (Blakely,1991).

Pola warna bangsa sapi Ayrshire bervariasi dari merah dan putih sampai warna mahagoni dan putih. Bangsa sapi ini lebih bersifat gugup atau terkejut bila dibandingkan dengan bangsa-bangsa yang lain. Para peternak dahulu nampak masih berhati-hati dalam usaha mereka dalam melakukan seleksi kearah tipe yang bagus. Hasil itu masih nampak dalam gaya penampilan, simetri, perlekatan ambing yang nampak, disamping kehalusan dan kebersihannya sebagai tipe perah. Sapi Ayrshire hanya termasuk dalam peringkat sedang dari sudut daging serta pedet yang dilahirkan. Rata-rata bobot badan sapi betina dewasa 1250 pound dan sapi jantan mencapai 1600-2300 pound. Produksi susu menurut DHIA (1965/1966) rata-rata 10312 pound dengan kadar lemak 4% (Priyadi,1997).

Brown Swiss. Bangsa sapi Brown Swiss banyak dikembangkan dilereng-lereng pegunungan di Swiss. Sapi ini merumput di kaki-kaki gunung pada saat musim semi sampai lereng yang paling tinggi saat musim panas. Keadaan alam seperti itu melahirkan hewan-hewan yang tangguh akan kemampuan merumput yang bagus. Ukuran badannya yang besar serta lemak badannya yang berwarna putih menjadikannya sapi yang disukai untuk produksi daging (Blakely,1991).

Warna sapi Brown Swiss bervariasi mulai dari coklat muda sampai coklat gelap, serta tercatat sebagai sapi yang mudah dikendalikan dengan kecenderungan bersifat acuh. Sapi Brown Swiss dikembangkan untuk tujuan produksi keju dan daging, serta produksi susunya dalam jumlah besar dengan kandungan bahan padat dan lemak yang relative tinggi. Bobot badan sapi betina dewasa 1200-1400 pound, sedang sapi jantan Brown Swiss 1600-2400 pound. Produksi susu rata-rata



mencapai 10860 pound dengan kadar lemak 4,1% dan warna lemak susunya agak putih (Blakely,1991).

Guernsey. Bangsa sapi Guernsey dikembangkan di pulau Guernsey di Inggris. Pulau tersebut terkenal dengan padang rumputnya yang bagus, sehingga pada awal-awal seleksinya, sifat-sifat kemampuan merumput bukan hal penting yang terlalu diperhatikan. Sapi perah Guernsey berwarna coklat muda dengan totol-totol putih yang nampak jelas. Sapi tersebut sangat jinak, tetapi karena lemak badannya yang berwarna kekuningan serta ukuran badan yang kecil menyebabkan tidak disukai untuk produksi susu dengan warna kuning yang mencerminkan kadar karoten yang cukup tinggi (karoten adalah pembentuk atau prekursor vitamin A). disamping itu, kadar lemak susu serta kadar bahan padat susu yang tinggi. Bobot badan rata-rata sapi betina dewasa 1100 pound dengan kisaran antar 800-1300 pound. Sedangkan bobot sapi jantan dewasa dapat mencapai 1700 pound. Produksi susu sapi Guernsey menurut DHIA (1965/1966) rata-rata 9179 pound dengan kadar lemaknya 4,7% (Priyadi,1997).

Jersey. Sapi Jersey dikembangkan di pulau Jersey di Inggris yang terletak hanya sekitar 22 mil dari pulau Guernsey. Seperti halnya pulau Guernsey, pulau Jersey juga mempunyai padang rumput yang bagus sehingga seleksi ke arah kemampuan merumput tidak menjadi perhatian pokok. Pulau itu hasil utamanya adalah mentega, dengan demikian sapi Jersey dikembangkan untuk tujuan produksi lemak susu yang banyak, sifat yang sampai kini pun masih menjadi perhatian. Dalam masa perkembangan bangsa ini, hanya sapi-sapi yang bagus sajalah yang tetap dipelihara sehingga sapi Jersey ini masih terkenal karena keseragamannya (Blakely,1991).

Susu yang berasal dari sapi yang berwarna coklat ini, warnanya kuning karena kandungankarotennya tinggi serta persentase lemak dan bahan padatnya juag tinggi. Seperti halnya sapi Guernsey, sapi Jersey tidak disukai untuk tujuan produksi daging serta pedet yang akan dipotong. Bobot sapi betina dewasa antara 800-1100 pound. Produksi susu sapi Jersey tidak begitu tinggi, menurut standar DHIA (1965/1966) rata-rata produksi sapi Jersey 8319 pound/tahun, tetapi kadar lemaknya sangat tinggi rata-rata 5,2% (Priyadi,1997).



Holstein – Friesien. Bangsa sapi Holstein-Friesien adalah bangsa sapi perah yang paling menonjol di Amerika Serikat, jumlahnya cukup banyak, meliputi antara 80 sampai 90% dari seluruh sapi perah yang ada. Asalnya adalah Negeri Belanda yaitu di propinsi Nort Holand dan West Friesland, kedua daerah yang memiliki padang rumput yang bagus. Bangsa sapi ini pada awalnya juga tidak diseleksi kearah kemampuan atau ketangguhannya merumput. Produksi susunya banyak dan dimanfaatkan untuk pembuatan keju sehingga seleksi kearah jumlah produksi susu sangat dipentingkan (Blakely,1991).

Sapi yang berwarna hitam dan putih (ada juga Holstein yang berwarna merah dan putih) sangat menonjol karena banyaknya jumlah produksi susu namun kadar lemaknya rendah. Sifat seperti ini nampaknya lebih cocok dengan kondisi pemasaran pada saat sekarang. Ukuran badan, kecepatan pertumbuhan serta karkasnya yang bagus menyebabkan sapi ini sangat disukai pula untuk tujuan produksi daging serta pedet untuk dipotong. Standar bobot badan sapi betina dewasa 1250 pound, pada umumnya sapi tersebut mencapai bobot 1300-1600 pound. Standar bobot badan pejantan 1800 pound dan pada umumnya sapi pejantan tersebut mencapai diatas 1 ton. Produksi susu bias mencapai 126874 pound dalam satu masa laktasi, tetapi kadar lemak susunya relative rendah, yaitu antara 3,5%-3,7%. Warna lemaknya kuning dengan butiran-butiran (globuli) lemaknya kecil, sehingga baik untuk dikonsumsi susu segar (Blakely,1991).

Sahiwal. Bangsa sapi Sahiwal berasal dari daerah Punyab, distrik montgomery, Pakistan, daerah antara 29°5' -30°2' LU. Sapi perah Sahiwal mempunyai warna kelabu kemerah-merahan atau kebanyakan merah warna sawo atau coklat. Sapi betina bobot badannya mencapai 450 kg sedangkan yang jantan 500-600 kg. sapi ini tahan hidup di daerah asalnya dan dapat berkembang di daerah-daerah yang curah hujannya tidak begitu tinggi. Produksi susu paling tinggi yaitu antara 2500-3000 kg/tahun dengan kadar lemaknya 4,5%. Menurut Ware (1941) berdasarkan catatan sapi perah Sahiwal yang terbaik dari 289 ekor dapat memproduksi antara 6000-13000 pound (2722-5897 liter) dengan kadar lemak 3,7% (Blakely,1991).



Red Sindhi. Bangsa sapi Red Sindhi berasal dari daerah distrik Karachi, Hyderabad dan Kohistan. Sapi Red Sindhi berwarna merah tua dan tubuhnya lebih kecil bila dibandingkan dengan sapi Sahiwal, sapi betina dewasa rata-rata bobot badannya 300-350 kg, sedangkan jantannya 450-500 kg. produksi susu Red Sindhi rata-rata 2000 kg/tahun, tetapi ada yang mencapai produksi susu 3000 kg/tahu dengan kadar lemaknya sekitar 4,9% (Blakely,1991).

Gir. Bangsa sapi Gir berasal dari daerah semenanjung Kathiawar dekat Bombay di India Barat dengan curah hujan 20-25 inchi atau 50,8-63,5 cm. Daerah ini terletak antara 20°5' - 22°6' LU. Pada musim panas temperature udara mencapai 98°F (36,7°C) dan musim dingin temperatu udara sampai 60°F (15,5°C) (Prihadi,1997). Warna sapi Gir pada umumnya putih dengan sedikit bercak-bercak coklat atau hitam, tetapi ada juga yang kuning kemerahan. Sapi ini tahan untuk bekerja baik di sawah maupun di tegal. Ukuran bobot sapi betina dewasa sekitar 400 kg, sedangkan sapi jantan dewasa sekitar 600 kg. produksi susu rata-rata 2000 liter/tahun dengan kadar lemak 4,5-5% (Blakely,1991).

Bangsa sapi perah di Indonesia dapat dikatakan tidak ada. Sapi perah di Indonesia berasal dari sapi impor dan hasil dari persilangan sapi impor dengan sapi local. Pada tahun 1955 di Indonesia terdapat sekitar 200.000 ekor sapi perah dan hampir seluruhnya merupakan sapi FH dan keturunannya (Prihadi,1997). Produksi susu sapi FH di Indonesia tidak setinggi di tempat asalnya. Hal ini banyak dipengaruhi oleh factor antara lain iklim, kualitas pakan, seleksi yang kurang ketat, manajemen dan mungkin juga sapi yang dikirim ke Indonesia kualitas genetiknya tidak sebaik yang ditenakkan dinegeri asalnya. Sapi FH murni yang ada di Indonesia rata-rata produksi susunya sekitar 10 liter per hari dengan calving interval 12-15 bulan dan lama laktasi kurang lebih 10 bulan atau produksi susu rata-rata 2500-3000 liter per laktasi (Prihadi,1997).

Hasil persilangan antara sapi lokal dengan sapi FH sering disebut sapi PFH (Peranakan Friesian Holstein). Sapi ini banyak dipelihara rakyat terutama di daerah Boyolali, Solo, Ungaran, Semarang, dan Jogjakarta. Juga dapat dijumpai didaerah Pujon, Batu, Malang,dan sekitarnya. Warna sapi PFH seperti sapi FH tetapi sering



dijumpai warna yang menyimpang misalnya warna bulu kipas ekor hitam, kuku berwarna hitam dan bentuk tubuhnya masih memperlihatkan bentuk sapi local, kadang-kadang masih terlihat adanya gumba yang meninggi (Prihadi,1997).

1.2. Kambing

Menurut para ahli, komposisi susu kambing dan bentuk morfologinya sangat unik, ini disebabkan butiran lemak susu sangat homogen dan berdiameter sangat kecil (*mikro*) sehingga sangat mudah diserap oleh organ pencernaan. Oleh karena itu konsumen susu kambing sangat jarang mengalami diare meskipun mempunyai kepekaan dalam penyerapan lactose (*lactose intolerance*). Bahkan komposisi susu kambingpun memiliki kemiripan dengan air susu ibu (ASI). Oleh karena itu susu kambing dapat digunakan sebagai pengganti ASI (PASI). Hal ini disebabkan kandungan yang terdapat dalam susu kambing tidak jauh berbeda dengan ASI, bahkan kandungan kalsium dan mineral lainnya jauh lebih tinggi dari pada ASI maupun susu sapi.

Komposisi kimia susu kambing dan bentuk morfologisnya sangat unik. Ini disebabkan butiran lemak susu sangat homogen dan berdiameter sangat kecil (*mikro*) sehingga sangat mudah diserap oleh organ pencernaan. Susu kambing memiliki kasiat yang dapat mengatasi beberapa penyakit antara lain: gangguan pencernaan, gangguan ginjal, migraine, hepatitis A, asma, Tuberculosis (*TBC*), Bronchitis, *anemia* (pucat), sakit kuning (*jaundice*), kerapuhan tulang (*osteoporosis*), *insomnia* (tidak dapat tidur), ibu mengandung atau menyusui anak, pemulihan stamina setelah operasi, perkembangan keseimbangan mental anak, penyakit jantung fase awal, pembentukan sel darah dan jaringan (*tissue*), penghilang noda hitam (*flek wajah*), pelicin dan penegang kulit muka. Susu kambing kurang menimbulkan alergi – susu ini tidak berisi protein kompleks yang merangsang reaksi alergi seperti pada susu sapi; tidak menekan sistem kekebalan; membasakan sistem pencernaan, sehingga tidak menghasilkan asam dalam sistem usus; dan membantu meningkatkan pH aliran darah.



Jenis kambing apa yang banyak diambil susunya. Ada enam jenis kambing yang dikenal karena manfaat susunya. Ke enam jenis kambing ini memiliki nama dan ciri khas seperti:

- *La Mancha* memiliki telinga yang tidak begitu kelihatan dengan tubuh yang mugil. Walaupun bertubuh mugil, dia tetap bisa menghasilkan susu yang kental dengan kadungan lemak yang padat.
- *Oberhasli* merupakan jenis kambing yang sangat energik dan aktif. Kambing ini banyak ditemukan di swiss sebagai kambing penghasil susu.
- *Nubian* memiliki telinga terjuntai, hidung cumbung dan berbadan besar. Susunya lebih kental daripada susu kambing lainnya karena mengandung lemak dan protein yang tinggi.
- *Alpine* adalah jenis kambing yang tidak memiliki warna bulu putih dan coklat muda, terkecuali pada kaki dan muka. Kambing ini memiliki telinga yang berdiri, ukuran muka yang mirip kancil dengan ukuran tubuh sedang (tidak besar maupun kecil). Kambing ini bisa menghasilkan susu dengan jumlah yang banyak.
- *Toggenburg* kebanyakan berwarna coklat cerah hingga coklat gelap. Tubuh memang tidak besar tapi juga tidak kecil. Kambing ini sudah dari lama dimanfaatkan sebagai penghasil susu.
- *Saanen* biasanya berwarna putih dengan badan yang cukup kekar dan wajah lurus. Lebih baik dipelihara dilingkungan yang sejuk dan dingin kalau tidak ada manfaat susunya

1.3. Kerbau

Ada 10 jenis kerbau perah yang terbagi menjadi 3 tipe. Pengelompokan dalam tipe ini berdasarkan kepada tempat asal kerbau ditanakkan. Ketiga tipe kerbau perah tersebut adalah sebagai berikut :



1. *Western type* atau tipe India utara. Tergolong tipe ini adalah :

- *Kerbau Jaffarabadi*

Kerbau ini merupakan jenis kerbau yang banyak ditanakkan di daerah Gujarat India. Kerbau jantan beratnya sekitar 500 kg. Kerbau betina memiliki berat sekitar 45 kg. Ciri lain adalah kepala yang besar dan lebar, serta memiliki tanduk tipis menggantung ke leher dengan ujung melengkung. Kerbau ini menghasilkan susu 2.250-3.000 kg selama masa laktasi sekitar 10 bulan.

- *Kerbau Surati*

Kerbau ini terdapat di distrik Surati negara bagian Gujarat. Kerbau jantan beratnya sekitar 500 kg. Kerbau betina memiliki berat 450 kg. Susu dihasilkan bisa mencapai 2.500-3000 kg selama masa laktasi 10 bulan.

- *Kerbau Mehsana*

Kerbau ini merupakan hasil persilangan antara sapi murrah dan kerbau surati. Kerbau jantan beratnya sekitar 560 kg dan betina 430 kg. Sebagai penghasil susu, kerbau perah ini sangat populer di daerah Maharastra dan Gujarat.

2. *Northern type* atau tipe India utara. Tergolong dalam kelompok ini adalah:

- *Kerbau Murrah (Dehli)*

Kerbau ini ditanak di daerah Uttar Pradesh, Dehli, Haryana dan Punjab. Kerbau jantan beratnya sekitar 565 kg dan betina 430 kg. Kerbau ini mampu menghasilkan susu 2.500-3.500 kg per masa laktasi (10 bulan). Di Indonesia kerbau ini banyak ditanak oleh orang keturunan India di Medan, Sumatera Utara dan dikenal dengan nama *Sapi Murrah*.

- *Kerbau Kundhi*

Kerbau kundhi banyak terdapat di lembah sungai Indus, Pakistan. Bentuknya hampir mirip sapi murrah. Kerbau betina diperah susunya dan kerbau jantan dipakai untuk ternak pekerja.



- Kerbau *Nili* dan *Ravi*

Kerbau Nili terdapat di daerah Ferozepur dan Amritsar di negara bagian Punjab, India dan di Pakistan. Bentuk badan kerbau Nili lebih panjang dari sapi murrah. Berat kerbau jantan sekitar 590 kg dan betina 450 kg. Susu yang dihasilkan 10-12 kg per hari dengan masa laktasi sekitar 25 hari. Berat kerbau ravi jantan sekitar 680 kg dan betina 630 kg. Susu yang dihasilkan rata-rata 2000 kg per masa laktasi (10 bulan).

3. *South, central* dan *eastern* atau tipe India bagian selatan, tengah dan timur. Tergolong dalam kelompok ternak tipe ini adalah :

- Kerbau *Nagpuri*

Kerbau perah ini banyak dternak di Nagpur, Maharashtra, Andhra Pradesh dan Mahya Pradesh. Kerbau ini bertanduk melengkung panjang sekali. Susu dihasilkan rendah, hanya 900-1.200 kg selama laktasi.

- Kerbau *Parlakimadi*

Kerbau ini banyak terdapat di distrik Ganyam dan Vishakhapatnam daerah Oissa (pantai timur india). Susu dihasilkan rendah yaitu sebesar 750-900 kg selama laktasi.

- Kerbau *Thwada*

Kerbau ini terdapat di dataran tinggi Nilgiri, India Selatan. Kerbau toda bertanduk panjang melengkung dan banyak dipakai untuk keperluan upacara keagamaan. Hasil susu rendah sekitar 5-7.5 kg per hari.

2. MANFAAT SUSU

Manfaat susu dapat ditinjau dari dua segi yaitu manfaat dari kandungan gizi dan manfaat secatra ekonomis (keuntungan apabila dilakukan pengolahan susu menjadi produk lain).

2.1. Manfaat gizi

Susu merupakan minuman yang lengkap karena kandungan gizi dan asam aminonya lengkap. Kandungan gizi susu bermanfaat secara biologis. Laktosa merupakan satu-satunya karbohidrat dalam susu yang merupakan sumber energy



dan membantu proses penyerapan mineral kalsium dan fosfor. Susu sebagai sumber asam lemak mengandung conjugated inoleic acid (CLA), asam butirat, dan sphingomyelin. CLA bersifat anti kanker karena CLA dapat menghambat pertumbuhan dan pembiakan sel kanker.

Protein susu kaya kandungan lisin, niacin dan ferrum. Asam amino dalam tubuh diperlukan untuk mempertahankan substansi tubuh, yaitu enzim, hormone, dan antibody. Asam amino membantu pembentukan sel-sel darah dan jaringan. Lemak yang terkandung dalam susu menghasilkan energy serta vitamin A, D, E dan K. Selain itu susu juga mengandung vitamin B1, B2, B6 dan B12. Vitamin B2 (riboflavin) penting dalam metabolisme protein, lemak dan karbohidrat serta membantu sel dalam menggunakan oksigen. Vitamin B12 berfungsi membantu pembentukan sel-sel darah merah serta mempertahankan kesehatan.

Mineral dalam susu antara lain kalsium, fosfor, magnesium, potassium dan seng. Kalsium membantu dalam pembentukan massa tulang dan mencegah kerapuhantulang (osteoporosis). Kalsium menetralkan asam dalam mulut sehingga tidak memicu kerusakan gigi. Selain itu kalsium diperlukan untuk kontraksi otot secara normal. Fosfor dan kalsium membantu membangun gigi dan tulang yang kuat. Fosfor berperan mengaktifkan penggunaan vitamin dan penyampaian impuls-impuls saraf. Magnesium membantu mengendurkan otot setelah kontraksi dan diperlukan untuk meneruskan simpul-simpul saraf. Potasium berperan dalam pembentukan protein serta diperlukan untuk pembentukan glikogen, kontraksi otot, kerja jantung, dan keseimbangan cairan tubuh. Seng bermanfaat untuk membuat hormone-hormon reproduksi menormalkan indera pengecap dan penyembuhan luka.

Beberapa orang tidak dapat mengonsumsi susu karena bermasalah dalam system pencernaanya, antara lain gejala intoleransi laktosa yaitu kondisi tidak adanya enzim β -galaktosidase (enzim lactase) dalam saluran pencernaan. Enzim ini berperan dalam menguraikan laktosa menjadi gula-gula yang lebih sederhana (glukosa dan galaktosa). Laktase, enzim penyebab penguraian ini terdapat di dalam bagian sel mukosa yang melapisi usus kecil. Ketiadaan enzim lactase menyebabkan



butiran laktosa tertinggal di usus halus dan menyerap banyak air sehingga terjadi diare. Diare sering disertai dengan kembung akibat laktosa yang menyerap banyak air di usus diuraikan oleh bakteri penghasil gas (CH_4 , CO_2 , dan H_2). Ada dua jenis kekurangan laktase yang biasa dijumpai:

- a. Defisiensi laktase utama, yang disebabkan karena menurunnya kegiatan laktase secara berangsur-angsur dalam anak yang sehat pada masa antara penyapihan dan masa akhir kanak-kanak. Sebagian besar jenis binatang menyusui mempunyai tingkat kegiatan laktase yang tinggi pada waktu kelahiran, yang dipertahankan selama menyusui, tetapi berkurang sesudah waktu penyapihan normal. Penduduk non-kaukasia biasanya mengikuti pola ini dan semakin kurang tahan laktosa sesudah masa bayi. Orang-orang kaukasia, dan beberapa suku bangsa penggembala selalu menggantungkan diri pada susu sebagai sumber energi dalam masa dewasa.
- b. Defisiensi laktase sekunder, disebabkan karena infeksi, gangguan-gangguan dan kondisi-kondisi lain yang merusak sel-sel lender. Hal ini meliputi:
 - 1) Gangguan parasit, termasuk giardiasis
 - 2) Pertumbuhan yang berlebihan dari usus kecil oleh bakteri nonpatogen
 - 3) Enteropathies yang peka terhadap protein, seperti penyakit celiac
 - 4) Bakteri dan virus enteritis konsumsi obat-obat dan antibiotik tertentu dalam perut
 - 5) Gizi yang buruk atau kekurangan zat makanan tertentu.

Intoleransi protein dapat menyebabkan terjadinya alergi terhadap susu. Salah satu protein yaitu laktoglobulin dalam tubuh manusia tertentu dapat bertindak sebagai antigen (zat perangsang pembentuk antibody) yang sangat kuat sehingga dapat memicu terjadinya alergi.

2.2. Manfaat ekonomis

Susu memiliki manfaat ekonomis karena selain dapat diminum sebagai susu segar setelah dipasteurisasi, susu juga dapat digunakan sebagai bahan baku produk-produk olahan susu, seperti susu fermentasi (yoghurt, kefir), mentega,



es krim, dodol susu, permen dan kerupuk susu. Nilai ekonomi susu dapat meningkat dengan adanya teknologi pengolahan yang menghasilkan produk-produk berbahan dasar susu.

3. KOMPOSISI SUSU

Komposisi susu terdiri dari air, lemak dan bahan kering tanpa lemak. Sementara bahan kering tanpa lemak terbagi menjadi protein, laktosa, mineral, asam (sitrat, format, dan lipase), gas (oksigen dan nitrogen), enzim (peroksidase, katalase, fosfatase, dan lipase), vitamin (A, C, D, tiamin dan riboflavin) serta trace element. Terdapat perbedaan komposisi air susu manusia dan berbagai jenis Ternak, hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1. Komposisi air susu manusia dan berbagai jenis ternak

Jenis	Total solid	Protein	laktosa	Lemak	Mineral
ASI	12,4	1,2	7,0	3,8	0,21
Sapi	12,8	3,3	4,8	3,8	0,71
Kambing	13,0	3,4	4,7	4,1	0,77
Domba	17,00	3,2	4,7	3,2	0,9
kerbau	21,40	5,5	5,0	10,5	0,8

a. Lemak susu

Lemak susu digunakan sebagai ukuran penentu harga susu. Kandungan lemak tinggi memiliki harga yang tinggi. Lemak memiliki nilai gizi tinggi, menentukan bau dan rasa, dan memberikan energi lebih besar dibandingkan protein dan karbohidrat. Komponen utama lemak susu adalah trigliserida. Lemak susu terdiri dari 60-70% asam lemak jenuh dan 30-40% asam lemak tidak jenuh. Lemak susu mengandung asam lemak esensial yaitu asam linoleat dan asam linolenat yang berfungsi dalam metabolisme serta mengontrol berbagai proses fisiologis dan biokimia pada manusia. Asam linoleat berfungsi meningkatkan sistem pertahanan tubuh dan kontrol lemak serta berfungsi sebagai antiaterosklerosis, antihipertensi,



dan antidiabetik. Lemak susu juga mengandung sumber vitamin larut dalam lemak, yaitu vitamin A, D, E dan K. Komposisi asam lemak susu sapi terdapat pada Tabel 6.2.

Table 6.2. Komposisi asam lemak susu sapi

Asam lemak	Rata-rata (%)
Asam lemak yang larut	
- Butirat	2,93
- Kaproat	1,90
- Kaprilat	0,79
- Kaprat	1,57
Asam lemak yang tidak larut	
- Laurat	5,85
- Mysistat	19,79
- Palmitat	15,17
- Stearat	14,91
- Oleat	31,90

Muchtadi dan Sugiyono, 1989

Kerusakan yang terjadi pada lemak susu akan menyebabkan penyimpangan flavor pada produk susu, seperti:

- 1) Flavor teroksidasi yang disebabkan karena oksidasi fosfolipid
- 2) Bau amis/bau seperti ikan yang disebabkan oleh oksidasi dan reaksi hidrolisis
- 3) Tallowiness yang disebabkan oleh oksidasi asam lemak tak jenuh
- 4) Ketengikan yang disebabkan hidrolisa dari gliserida dan pelepasan asam lemak seperti butirat dan kaproat, yang mempunyai bau yang keras, khas dan tidak sedap

b. Protein susu

Protein merupakan bahan penting penyusun sel, terutama dalam proses pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup. Protein yang ada di dalam susu sebagian besar adalah kasein (76%) dan whey protein yang terdiri dari laktalbumin,



laktoglobulin (18%), serta sisanya 6% nonprotein nitrogen (NPN). Komposisi konsentrasi protein di dalam susu seperti tampak pada Tabel 6.3.

Tabel 6.3. Konsentrasi protein susu

Konstituen	Gram/liter	Total protein (%)
Total protein	33	100
Total kasein	26	79,5
- Alfa S1	10	3,6
- Alfa S2	2,6	8,0
- Beta	9,3	29,4
- Kappa	3,3	10,1
Total whey protein	6,3	19,3
- Alfa laktalbumin	1,2	3,7
- Beta laktalbumin	3,2	9,8
- BSA	0,4	1,2
- Immunoglobulin	0,7	2,1
- Protease peptone	0,8	2,4

Sumber : Anonim, 1998

- Kasein

Kasein dalam protein susu sekitar 80% yang terdiri dari alfa-kasein, beta-kasein, dan kappa-kasein dalam bentuk koloid. Kasein murni berwarna putih, tidak berbau, dan tidak mempunyai rasa. Oleh karena itu kasein yang membuat susu berwarna putih. Kasein penting dikonsumsi karena mengandung zat anorganik, seperti kalsium, fosfor dan magnesium.

- Laktalbumin dan laktoglobulin (whey protein)

Laktalbumin dan laktoglobulin mengandung fosfor yang rendah. Pemanasan akan mengakibatkan gumpalan, sedangkan perlakuan dengan enzim renin tidak mengakibatkan adanya koagulasi. Laktalbumin merupakan koloid dengan partikel-partikel kecil. Bila susu dipanaskan



diatas 65°C, laktalbumin mengalami presipitasi. Laktoglobulin terdapat dalam susu dengan jumlah sedikit dan dapat dikoagulasikan pada suhu 75°C.

- Laktosa

Karbohidrat pada susu adalah laktosa atau gula susu. Laktosa adalah disakarida yang tersusun dari 1 molekul glukosa dan 1 molekul galaktosa. Laktosa dapat mempengaruhi tekanan osmosis susu, titik beku, dan titik didih. Laktosa juga merupakan sumber energi bagi tubuh. Selama proses pencernaan, laktosa mengalami hidrolisis enzimatis oleh enzim lactase yang dihasilkan oleh sel-sel mukosa usus. Enzim lactase akan memecah laktosa menjadi monosakarida, yaitu glukosa dan galaktosa yang menyebabkan meningkatnya rasa manis.

Apabila gula susu tidak dipecah krn kekurangan enzim, gula susu akan tetap tinggal pada usus dan dipecah oleh mikrobia dan menghasilkan gas, kejang perut dan diare, yang sering disebut sebagai laktosa intoleran. Salah satu fungsi penting laktosa adalah substrat fermentasi, dimana bakteri asam laktat memecah laktosa menjadi asam laktat. Hal ini merupakan prinsip dasar fermentasi, seperti pada pembuatan yoghurt dan kefir. Laktosa memiliki faktor nutrisi, yaitu meningkatkan penyerapan kalsium dan mineral lain seperti Zn, dan Mg dalam usus halus.

- Vitamin

Vitamin adalah zat organik yang diperlukan oleh tubuh dalam proses kehidupan. Susu mengandung vitamin yang larut dalam lemak (A, D, E, dan K) dan vitamin yang larut dalam air (B1/tiamin, B2/riboflavin, B6/piridoksin, dan B12/sianokobalamin, niasin, dan asam pantotenat. Vitamin C terdapat dalam susu, namun sangat labil dan hilang saat pasteurisasi. Ada beberapa vitamin yang memberikan warna susu, seperti karoten memberikan warna susu agak kekuningan, sedangkan riboflavin memberikan warna susu kuning kehijauan.



- Mineral

Susu mengandung mineral yang dapat digolongkan dalam tiga jenis garam (Tabel 6.4), yaitu:

- 1) Sodium (Na), potassium (K), dan klorida (Cl). Mineral garam ini merupakan ion-ion berkorelasi negative dengan lactase dalam menjaga keseimbangan tekanan osmotik antara darah dan susu.
- 2) Kalsium (Ca), magnesium (Mg), inorganic fosfor (pi), dan sitrat. Golongan ini menyebar dalam misel kasein.
- 3) Garam Ca, Mg, sitrat, Ca^{++} , dan $(\text{HPO}_4)_2$ yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan asam-basa dari susu.

Tabel 6.4. Komposisi mineral dalam susu

Unsur	Dalam susu (%)
Potasium	0.140
Kalsium	0.125
Klorine	0.103
Fosfor	0.096
Sodium	0.056
Magnesium	0.012
sulfur	0.025

Sumber: Buckle et al., 1987

Mineral dapat menaikkan suhu pada suhu. Hal ini penting dalam kaitannya dengan stabilitas susu terhadap panas. Pada khir laktasi dan kasus mastitis, kandungan sodium klorida dalam susu meningkat dan menyebabkan rasa susu menyimpang (*salty taste*).

- Enzim

Enzim merupakan katalisator yang dapat mempercepat terjadinya reaksi-reaksi kimia. Enzim yang terdapat dalam susu adalah lipase, pospatase, peroksidase, katalase, galaktase, dehidrogenase, dan lactase. Susu mengandung enzim yang dapat menyebabkan kerusakan susu. Lipase dapat membebaskan asam-asam lemak yang terikat pada trigliserida, sehingga



oksidasi terjadi lebih cepat (asam lemak tidak jenuh, misalnya asam butirat). Lipase ini tidak aktif pada suhu 40°C dan akan rusak pada suhu 50°C. Enzim phosphatase akan menghidrolisa ester-ester phospat dan akan rusak ketika mengalami pasteurisasi. Sedangkan katalase dapat membebaskan atom-atom oksigen dari senyawa peroksida seperti hidrogen peroksida. Katalase akan non aktif pada pemanasan suhu 65.5-71°C selama 20 menit.

4. FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KOMPOSISI SUSU

Komposisi susu sangat beragam dipengaruhi oleh beberapa factor, diantaranya disebabkan oleh:

a. Jenis hewan/spesies dan keturunannya (jenis tertentu dalam spesies)

Jenis sapi yang utama sebagai penghasil susu terbaik di dunia adalah Jersey, Holstein, Ayrshire dan Guernsey

b. Umur ternak

Pada umumnya sapi berumur 5 – 6 tahun sudah mempunyai produksi susu yang tinggi tetapi hasil maksimum akan dicapai pada umur 8 – 10 tahun. Semakin tua umurnya akan menghasilkan kadar lemak yang semakin kecil tetapi pengaruh ini sangat kecil $\pm 0,2\%$.

c. Infeksi atau peradangan pada ambing

Infeksi/peradangan pada ambing dikenal dengan nama mastitis. Mastitis adalah suatu peradangan pada tetelon ambing yang dapat disebabkan oleh mikroorganisme, zat kimia, luka termis ataupun luka karena mekanis. Peradangan ini dapat mempengaruhi komposisi air susu antara lain dapat menyebabkan bertambahnya protein dalam darah dan sel-sel darah putih di dalam tetelon ambing serta menyebabkan penurunan produksi susu. Pengaruh penyakit mastitis terhadap komponen dan pH susu *bovine* dapat dilihat pada tabel 6.5.



Tabel 6.5. Pengaruh Mastitis terhadap Komponen dan PH Susu *Bovine*

Komponen	Susu Normal	Susu Mastitis
Lemak (%)	3,45	3,2
Laktosa (%)	4,85	4,4
Casein (mg/ml)	27,9	22,5
Whey Protein (mg/ml)	8,2	13,1
Na (mg/100 ml)	57	104,6
K (mg/100 ml)	172,5	157,3
Cl (mg/100 ml)	80 –130	>250
Ca (mg/100 ml)	136	49
pH	6,65	6,9 – 7.0

Pada Tabel 6.5. terlihat bahwa susu mastitis, kandungan lemak, laktosa dan casein menurun dan kandungan whey protein meningkat. Kandungan mineral Natrium dan Chlorida terlihat meningkat sedangkan Kalium dan Kalsium menurun.

d. Pakan

Jenis pakan akan dapat mempengaruhi komposisi susu. Pakan yang terlalu banyak konsentrat akan menyebabkan kadar lemak susu rendah. Jenis pakan dari rumput-rumputan akan menaikkan kandungan asam oleat sedangkan pakan berupa jagung atau gandum akan menaikkan asam butiratnya.

e. Lingkungan

Pengaruh lingkungan terhadap komposisi susu bisa dikomplikasikan oleh faktor-faktor seperti nutrisi dan tahap laktasi. Hanya bila faktor-faktor seperti ini dihilangkan menjadi memungkinkan untuk mengamati pengaruh musim dan suhu. Biasanya pada musim hujan kandungan lemak susu akan meningkat sedangkan pada musim kemarau kandungan lemak susu lebih rendah. Produksi susu yang dihasilkan pada kedua musim tersebut juga berbeda. Pada musim hujan produksi susu dapat meningkat karena tersedianya pakan yang lebih banyak dari musim kemarau.



Suhu dan kelembaban mempengaruhi produksi susu. Selain itu pada lingkungan dengan kelembaban yang tinggi sangat mempengaruhi timbulnya infeksi bakteri dan jamur penyebab mastitis. Suhu lingkungan yang tinggi secara jelas menurunkan produksi susu, karena sapi menurunkan konsumsi pakan, tetapi belum jelas apakah suhu mempengaruhi komposisi susu.

f. Iklim

Kadar lemak dan protein sangat dipengaruhi oleh iklim. Musim dingin kadar lemak lebih tinggi dari musim-musim lain. Daerah yang memiliki iklim sub tropis, susu memiliki protein dan lemak yang tinggi demikian pula makanannya juga harus yang mengandung protein dan lemak yang tinggi. Umumnya, persentase SNF dan lemak susu terbesar pada musim dingin dan terendah pada musim panas. Sapi yang beranak pada musim gugur atau dingin menghasilkan lemak dan SNF lebih banyak daripada sapi yang beranak di musim semi dan panas. Pada temperatur tinggi (di atas 85 oF) produksi susu lebih sering menurun daripada produksi lemak. Penurunan produksi hanya sedikit menaikkan persentase lemak. Pada temperatur tinggi ada peningkatan khlor dan penurunan kandungan laktosa dan protein susu. Penurunan temperatur di bawah 75 oF menaikkan persen lemak dan SNF.

g. Waktu laktasi

Tahap laktasi yaitu periode dari saat sapi lahir hingga memproduksi susu. Air susu yang dihasilkan pada 4-5 hari pertama dalam waktu laktasi disebut kolustrum, kandungan garamnya lebih tinggi, terutama kandungan Na dan Cl-nya, sehingga memberikan rasa yang lebih asin. Mulai hari kelima dan seterusnya kadar lemak yang naik, demikian juga kadar protein. Komposisi air susu berubah pada tiap tingkat laktasi. Perubahan yang terbesar terjadi pada saat permulaan dan terakhir periode laktasi. Kolostrum: sekresi pertama setelah proses kelahiran. Komposisinya sangat berbeda dengan komposisi susu sapi Fries Holland. Pada kolostrum terkandung : konsentrasi zat padatnya lebih tinggi; kasein, protein whey (terutama globulin), garam mineral lebih tinggi (Ca, Mg, P, Cl lebih tinggi, Potasium lebih rendah);



laktosa lebih rendah dan lemak bisa lebih tinggi bisa lebih rendah. Perbandingan komposisi kolostrum dengan susu Fries Holland dapat dilihat pada Tabel 6.6

Tabel 6.6. Perbandingan Komposisi Kolostrum dengan Susu FH

Komponen	Kolostrum (%)	Kolostrum ke 2 & 3 (%)	Susu FH (%)
Total Solid	22,3	10,5	8.6
Protein	18,8	5,5	3.25
Imunoglobulin	13,1	1,0	0,09
Laktosa	2,5	4,0	4,6

h. Prosedur pemerahan

Umur laktosa dan protein dalam susu relatif konstan dan menunjukkan keragaman yang kecil bila pemerahan dilakukan pada siang hari. Kandungan lemak susu mungkin berbeda jika pemerahan dilakukan pada pagi hari dan kemudian pada sore hari. Semakin teratur jarak antara pemerahan, semakin teratur pula kandungan lemak pada susu tersebut.

5. SIFAT FISIK DAN KIMIA AIR SUSU

Sifat susu yang perlu diketahui adalah bahwa susu merupakan media yang baik sekali bagi pertumbuhan mikrobia sehingga apabila penanganannya tidak baik akan dapat menimbulkan penyakit yang berbahaya. Disamping itu susu sangat mudah sekali menjadi rusak terutama karena susu merupakan bahan biologik.

Air susu selama didalam ambing atau kelenjar air susu dinyatakan steril, akan tetapi begitu berhubungan dengan udara air susu tersebut patut dicurigai sebagai sumber penyakit bagi ternak dan manusia. Sifat fisik susu meliputi warna, bau, rasa, berat jenis, titik didih, titik beku, panas jenis dan kekentalannya. Sedangkan sifat kimia susu yang dimaksud adalah pH dan keasaman.



5.1. SIFAT FISIK AIR SUSU

5.1.1. Keadaan fisik susu

Susu merupakan larutan koloidal, air merupakan media dispersi dengan bagian-bagian susu didispersi. Komponen-komponen yang terdapat dalam susu berada dalam tiga bentuk:

- disperse kasar atau emulsi, dimana ukuran partikelnya lebih besar dari 0,0001 mm. Komponen susu yang terdapat dalam bentuk disperse kasar atau emulsi adalah lemak.
- Disperse koloidal atau koloid, ukuran diameter partikelnya 0,0001-0,000001 mm. Termasuk dalam golongan ini adalah protein, enzim dan garam-garam yang terikat dalam misel.
- Disperse molekuler atau larutan sejati, dimana ukuran diameter partikelnya lebih kecil dari 0,000001 mm. Termasuk dalam golongan ini adalah laktosa, garam-garam organik, senyawa nitrogen bukan protein, dan vitamin.

5.1.2. Warna air susu:

Warna air susu dapat berubah dari satu warna ke warna yang lain, tergantung dari bangsa ternak, jenis pakan, jumlah lemak, bahan padat dan bahan pembentuk warna. Warna air susu berkisar dari *putih kebiruan* hingga *kuning keemasan*. Warna *putih* dari susu merupakan hasil dispersi dari refleksi cahaya oleh globula lemak dan partikel koloidal dari lemak, kalsium kaseinat dan kalsium fosfat. Warna *kuning* adalah karena lemak dan karoten dan riboflavin yang dapat larut. Bila lemak diambil dari susu maka susu akan menunjukkan warna kebiruan.

5.1.3. Rasa dan bau air susu:

Kedua komponen ini erat sekali hubungannya dalam menentukan kualitas air susu. Air susu terasa sedikit manis, yang disebabkan oleh laktosa, sedangkan rasa asin berasal dari klorida, sitrat dan garam-garam mineral lainnya. Cita rasa yang kurang normal mudah sekali berkembang di dalam susu, hal ini dapat disebabkan oleh:



- a. Faktor fisiologis seperti cita rasa pakan sapi misalnya alfalfa, bawang merah, bawang putih, dan cita rasa algae yang akan masuk ke dalam susu jika bahan-bahan itu mencemari pakan dan air minum sapi.
- b. Faktor enzimatik yang menghasilkan cita rasa tengik karena kegiatan lipase pada lemak susu.
- c. Faktor kimiawi, yang disebabkan oleh oksidasi lemak.
- d. Faktor bakteri yang timbul sebagai akibat pencemaran dan pertumbuhan bakteri yang menyebabkan peragian laktosa menjadi asam laktat dan hasil samping metabolik lainnya yang mudah menguap.
- e. Faktor mekanis, bila susu mungkin menyerap cita rasa cat yang ada disekitarnya, sabun dan dari larutan chlor. Bau air susu mudah berubah dari bau yang sedap menjadi bau yang tidak sedap. Bau ini dipengaruhi oleh sifat lemak air susu yang mudah menyerap bau disekitarnya. Demikian juga bahan pakan ternak sapi dapat merubah bau air susu.

5.1.4. Berat jenis air susu :

Air susu mempunyai berat jenis yang lebih besar daripada air. BJ air susu = 1.027-1.035 dengan rata-rata 1.031. Akan tetapi menurut codex susu, BJ air susu adalah 1.028. Codex susu adalah suatu daftar satuan yang harus dipenuhi air susu sebagai bahan makanan. Daftar ini telah disepakati para ahli gizi dan kesehatan sedunia, walaupun disetiap negara atau daerah mempunyai ketentuan-ketentuan tersendiri. Berat jenis harus ditetapkan 3 jam setelah air susu diperah. Penetapan lebih awal akan menunjukkan hasil BJ yang lebih kecil. Hal ini disebabkan oleh: perubahan kondisi lemak, adanya gas yang timbul didalam air susu.

Perbedaan berat jenis disebabkan oleh perbedaan kandungan lemak dan kandungan zat-zat bukan lemak. Semakin banyak bahan kering bukan lemak menyebabkan berat jenis susu semakin besar. Berat jenis susu juga dapat mengalami peningkatan perlahan-lahan secara bertahap dan mencapai klimaknya pada 12 jam setelah pemerahan. Peningkatan ini disebabkan terbebasnya gas-gas seperti CO₂ dan N₂ yang terdapat dalam susu yang baru diperah.



5.1.5. Kekentalan air susu (viskositas)

Seperti BJ maka viskositas air susu lebih tinggi daripada air. Viskositas air susu biasanya berkisar 1,5 – 2,0 centiPoise. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekentalan adalah keadaan protein, konsentrasi dan keadaan lemak. Bahan padat dan lemak air susu mempengaruhi viskositas. Temperatur ikut juga menentukan viskositas air susu. Sifat ini sangat menguntungkan dalam pembuatan mentega.

5.1.6. Titik beku air susu :

Pada codex air susu dicantumkan bahwa titik beku air susu adalah – 0.500°C. Akan tetapi untuk Indonesia telah berubah menjadi –0.520 °C. Titik beku air adalah 0°C. Apabila terdapat pemalsuan air susu dengan penambahan air, maka dengan mudah dapat dilakukan pengujian dengan uji penentuan titik beku. Karena campuran air susu dengan air akan memperlihatkan titik beku yang lebih besar dari air dan lebih kecil dari air susu. Titik beku ditentukan oleh molekul-molekul yang kecil dan ion-ion dalam larutan. Zat lain yang molekulnya besar seperti protein tidak berpengaruh terhadap penurunan titik beku.

5.1.7. Titik didih

Titik didih air adalah 100°C dan air susu 100.16°C. Uji ini untuk menentukan susu masih dalam keadaan baik atau tidak. Titik didih juga akan mengalami perubahan pada pemalsuan air susu dengan air. Susu yang baik dalam uji didih tidak terjadi penggumpalan, sehingga uji didih negative.

5.2. SIFAT KIMIA SUSU

Keasaman dan pH susu: susu segar mempunyai sifat *amphoter*, artinya dapat bersifat asam dan basa sekaligus. Jika diberi kertas lakmus biru, maka warnanya akan menjadi merah, sebaliknya jika diberi kertas lakmus merah warnanya akan berubah menjadi biru. Potensial ion hydrogen (pH) susu segar terletak antara 6.5 – 6.7. Sebagian besar asam yang ada dalam susu adalah asam laktat. Meskipun demikian keasaman susu dapat disebabkan oleh berbagai senyawa yang bersifat asam seperti senyawa-senyawa pospat kompleks, asam sitrat, asam-asam amino dan karbondioksida yang larut dalam susu. Besarnya pH susu segar



dapat mengalami peningkatan maupun penurunan. Peningkatan pH susu dapat disebabkan bahwa ternak menderita penyakit, mastitis yang menyebabkan perubahan keseimbangan mineral dalam air susu. pH susu segar dapat mengalami penurunan yaitu dibawah 6,5, hal ini menunjukkan indikasi adanya aktivitas bakteri yang banyak melakukan pengasaman terhadap air susu. Pengasaman oleh mikroorganisme dapat menyebabkan terjadinya penggumpalan pada air susu yang mengganggu keseimbangan koloidalnya.

Faktor lain yang mempengaruhi nilai pH adalah pengenceran dan pemanasan. Pengenceran dapat sedikit menaikkan nilai pH dan menurunkan keasaman titrasi. Pemanasan dapat menyebabkan tiga perubahan yaitu: 1) kehilangan CO₂ sehingga dapat menurunkan keasaman dan menaikkan pH. 2) adanya transfer Ca dan fosfat ke koloidal dapat sedikit menaikkan keasaman dan menurunkan pH. 3) pemanasan yang drastic dapat menghasilkan asam dari degradasi laktoda. Perubahan nilai pH disebabkan karena penambahan asam laktat dan pengurangan CO₂.

5.3. MIKROBIOLOGI SUSU

Susu merupakan makanan yang mengandung gizi lengkap, yang juga diperlukan bagi pertumbuhan bakteri. Oleh karena itu pertumbuhan bakteri dalam susu sangat cepat, pada suhu yang sesuai dengan pertumbuhannya. Susu dalam ambing ternak yang sehat tidak bebas hama dan mungkin mengandung sampai 500 organisme/ml. Namun jika ambing sakit, jumlah organism dapat meningkat menjadi lebih besar 20.000 sel/ml. Beberapa kerusakan pada susu yang disebabkan karena pertumbuhan mikroorganisme adalah:

1. Pengasaman dan penggumpalan, yang disebabkan karena fermentasi laktosa menjadi asam laktat yang menyebabkan turunnya pH dan kemungkinan terjadinya penggumpalan kasein.
2. Berlendir seperti tali yang disebabkan karena terjadinya pengentalan dan pembentukan lender sebagai akibat pengeluaran bahan seperti kapsul dan bergetah oleh beberapa jenis bakteri



3. Penggumpalan susu yang timbul tanpa penurunan pH. Penyebabnya adalah bakteri seperti *Bacillus cereus* yang menghasilkan enzim yang mencerna lapisan tipis fosfolipid di sekitar butir-butir lemak dan dengan demikian kemungkinan butir-butir itu menyatu membentuk suatu gumpalan yang timbul ke permukaan susu.

6. KONTAMINASI SUSU

Kontaminasi susu oleh mikroorganisme dapat terjadi selama pemerahan (*milking*), penanganan (*handling*), penyimpanan (*storage*) dan aktivitas pra-pengolahan (*pre-processing*) lainnya. Bakteri yang dapat mencemari susu terbagi menjadi dua golongan yaitu bakteri patogen dan bakteri pembusuk. Kedua macam bakteri tersebut dapat menimbulkan penyakit yang ditimbulkan oleh susu seperti *tuberculosis*, *brusellosis* dan demam tifoid. Pembusukan susu oleh bakteri dapat menyebabkan degradasi protein, karbohidrat dan lemak yang terkandung dalam susu.

Tuberkulosis adalah penyakit yang paling menonjol yang ditularkan melalui susu. *Mycobacterium bovis* adalah penyebab penyakit pada sapi dan dapat dipindahkan ke dalam susu, terutama jika ambingnya terkena infeksi. *Brucellosis* yang disebabkan karena infeksi pada sapi disebabkan oleh *Brucella abortus*, organism yang menyebabkan terjadinya keguguran kandungan.

Kualitas susu akan menurun jika terdapat bakteri pembusuk. Pembusukan merupakan istilah yang digunakan untuk memberikan gambaran penurunan kualitas warna, tekstur, aroma, dan rasa makanan hingga pada makanan tersebut tidak diterima manusia. Bakteri yang menyebabkan pembusukan adalah bakteri psikotropik. Bakteri yang dapat membuat enzim proteolitik dan lipolitik ekstraseluler (*Pseudomonas fragi* dan *Pseudomonas fluorescens*) juga dapat menyebabkan kebusukan pada susu. Bakteri psikotropik dapat dimusnahkan dengan proses pasteurisasi, namun *Pseudomonas fragi* dan *Pseudomonas fluorescens* tetap stabil pada suhu panas. Bakteri lain yang dapat tetap hidup setelah proses pasteurisasi adalah *Clostridium*, *Bacillus*, *Cornebacterium*, *Arthrobacter*,



Lactobacillus, *Microbacterium* dan *Micrococcus*. *Bacillus* mampu menggumpalkan susu dengan mencerna lapisan tipis fosfolipid di dekatar butir-butir lemak melalui enzim yang dihasilkan. Kerusakan susu oleh mikrobial antara lain:

a. Pembentukan asam

Pembentukan asam disebabkan oleh bakteri laktat yang bersifat homofermentatif (banyak menghasilkan asam laktat dan sedikit menghasilkan asam asetat, CO₂ dan zat volatile)

b. Pembentukan gas

Pembentukan gas selalu diikuti oleh asam. Pembentukan utama disebabkan oleh bakteri *Enterobacterium coli*, *Clostridium sp*, *Bacillus sp*, gas H₂ dan CO₂ dan bakteri laktat. Dalam lemari es, *Clostridium* dan *Bacillus sp* tumbuh sedangkan bakteri lain tidak. Pada suhu ruangan umumnya yang tumbuh *Enterobacterium coli*.

c. Pemecahan protein

Hidrolisis protein susu oleh mikrobial biasanya diikuti oleh pembentukan aroma getir, yang disebabkan oleh beberapa polipeptida, bakteri proteolitik yang aktif pada susu adalah spesies *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Proteus*, *Alkaligenus*, *Achromo bacter*, *Flaropacterium*.

d. Pembentukan lendir

Pembentukan lendir terjadi pada susu yang disimpan pada suhu rendah. Bakteri pada pembentukan lendir air susu dapat berasal dari air, kotoran sapi, peralatan, dan makanan sapi, maka pencegahan atau pengurangan kontaminasi dari sumber-sumber tersebut dapat mencegah terbentuknya lendir pada air susu.

e. Perubahan lemak

Lemak susu dapat mengalami dekomposisi oleh kapang, khamir dan bakteri yang mengeluarkan enzim lipase sehingga menimbulkan bau tengik dan tidak enak. Contoh bakteri tersebut adalah *Pseudomonas*, *Proteus*, *Achromobacter*, *Alkaligenes*.

f. Perubahan warna

Perubahan warna terutama disebabkan oleh:



- 1) Warna kuning disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas syncatha*, *flavobacterium sp.*
 - 2) Warna coklat disebabkan oleh bakteri *Pseudomonas fluorescens*
 - 3) Warna biru disebabkan oleh *Pseudomonas suncyanea*, *Streptococcus lactis* dan bakteri *Ceotridium sp* yang termasuk golongan kapang
 - 4) Perubahan bau
- f. Penyimpangan bau oleh bakteri sebagai berikut:
- 1) Aroma asam dihasilkan oleh *Streptococcus cactis*, *Leuconostoc sp*, dan *Clostridium sp.*
 - 2) Aroma getir dihasilkan bakteri prosteolitik
 - 3) Bau terbakar dihasilkan oleh *streptococcus lactis*
 - 4) Bau sabun disebabkan bakteri *Pseudomonas sopolactica*
 - 5) Bau lobak disebabkan oleh *Enterobacterium coli*
 - 6) Bau ikan disebabkan bakteri *Pseudomonas*
 - 7) Bau gudang disebabkan bakteri *Aerobacter oxytocum*

g. Pembentukan alkali

Bakteri yang berperan dalam pembentukan alkali pada susu hidup pada suhu yang berbeda (suhu rendah). Bakteri ini menyebabkan reaksi alkalis karena pembentukan ammonia dan urea makhluk hidup atau asam organic.

7. PERSYARATAN KUALITAS AIR SUSU.

Pengolahan susu segar menjadi sesuatu produk olahan harus menggunakan susu yang berkualitas baik. Persyaratan kualitas susu untuk pengolahan ini mencakup persyaratan fisika-kimia (*chemico-physical-requirement*) dan bakteri (*bacteriological requirement*). Pertumbuhan bakteri yang cepat pada susu segar menyebabkan bau yang tidak enak. Susu dapat terkontaminasi dari dalam maupun dari luar ambing.

Kontaminasi dari dalam ambing berasal dari penyakit (TBC, *brucellosis*, mastitis), sedangkan kontaminasi dari luar berasal dari puting, udara, peminum



susu, lalat dan alat pemerahan susu. Hal yang penting lainnya adalah susu harus bebas dari residu antibiotik, pestisida, dan serta susu yang berasal dari sapi yang mendapatkan perlakuan obat-obatan tidak boleh digunakan. Yang harus dijaga adalah bahwa susu tidak terkontaminasi oleh residu pembersih (*detergen*). Namun demikian, bahan seperti *sulphonamides*, *nitrofurans* dan *quaternary ammonium* dapat menghambat fermentasi walaupun dalam konsentrasi yang rendah. Susunan dan kekentalan merupakan hal yang penting diperhatikan bahwa susu tidak dipalsukan.

Klasifikasi susu segar didasarkan pada jumlah bakteri yang terdapat dalam susu. Susu terbagi menjadi kelas A, B dan C.

a. Susu Kelas A

Susu kelas A berasal dari sapi yang sehat dan tidak menderita tuberculososis atau brucellosis dan memenuhi sanitasi yang ditentukan. Susu yang dihasilkan harus segera disimpan pada suhu dingin. Kandungan bakteri dalam susu dari masing-masing peternak maksimal 100.000/ml. Setelah dicampur dan sebelum dipasteurisasi kandungan bakteri maksimal 300.000/ml. Jika sudah dipasteurisasi kandungan bakteri maksimal 20.000/ml .

b. Susu kelas B

Susu segar yang tidak masuk dalam kelas A, maka dimasukkan dalam susu segar kelas B, yaitu pada waktu diangkat sebelum pasteurisasi kandungan bakteri maksimal 1.000.000/ml. Setelah mengalami pasteurisasi kandungan bakteri maksimal 50.000/ml.

c. Susu kelas C

Susu segar kelas C adalah susu segar yang tidak dapat memenuhi syarat kelas B. Biasanya kelas ini disebabkan oleh kondisi sanitasi yang kurang baik dan tidak memenuhi syarat.

8. PENANGANAN SUSU SEGAR

Rendahnya kualitas susu yang dihasilkan oleh peternakan rakyat diantaranya merupakan akibat sistem manajemen pemerahan dan penanganan susu



yang belum sesuai standar sehingga berimbas pada susu peternak yang dihargai relatif murah. Untuk itu aspek penanganan pascapanen yang sesuai dengan *Standard Operational Procedure* (SOP) yang telah ditetapkan perlu diperhatikan dan diterapkan dengan baik oleh peternak sapi perah.

8.1. Sanitasi dan hygiene pemerahan

Susu yang baru keluar sebagai hasil pemerahan merupakan bahan yang murni, higienis, bernilai gizi tinggi, dan mengandung sedikit mikroba (yang berasal dari ambing). Susu juga memiliki bau dan rasa yang khas, tidak berubah dan tidak berbahaya untuk diminum. Sesaat setelah pemerahan, susu berada pada suhu kamar dan susu merupakan bahan pangan yang sangat peka terhadap pencemaran sehingga saat itulah susu mulai mengalami penurunan kualitas.

Kualitas susu ditentukan oleh jenis dan kesehatan sapi serta jenis dan cara pemberian pakan. Selain itu penanganan susu sejak persiapan pemerahan hingga pengumpulan susu merupakan faktor lain yang menentukan kualitas susu. Sapi yang diperah haruslah sapi yang sehat, karena sapi yang sakit kemungkinan mengandung banyak bibit penyakit terutama sapi yang mengalami mastitis. Secara rutin sapi juga perlu diuji tuberkulinasia yaitu pengujian untuk mengetahui sapi perah terjangkit penyakit TBC atau tidak. Untuk memperoleh susu yang berkualitas, pakan yang diberikan harus mengandung nutrisi yang cukup sesuai kebutuhan untuk proses sintesis susu. Cara pemberian pakan perlu diperhatikan mengingat beberapa jenis pakan dapat menimbulkan aroma tidak sedap yang dapat mengkontaminasi susu. Oleh karena itu jenis pakan yang demikian dapat diberikan setelah proses pemerahan.

8.2. Kebersihan lingkungan, alat, air, sapi, dan pekerja pemerahan

8.2.1. Kebersihan kandang

Susu merupakan suatu bahan pangan yang mudah terkontaminasi dari lingkungan. Kebersihan Kandang perlu diperhatikan karena selain untuk kenyamanan ternak juga merupakan faktor penentu kualitas susu. Kandang harus bersih dan secara rutin dibersihkan dari kotoran (terutama feses dan air seni) karena



merupakan sumber kontaminan mikroba dan bau. Oleh karena itu ketersediaan air yang bersih dan melimpah merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi. atau selang untuk menyalurkan gas hasil fermentasi kotoran secara anaerob. Gas ini dapat digunakan untuk lampu penerangan dan untuk memasak.

8.2.2. Persiapan alat dan pemerah

Alat-alat yang diperlukan untuk pemerahan susu seperti ember yang bermulut sempit untuk penampung susu, *milk can*, saringan dan lain-lain dipersiapkan dalam keadaan kering dan bersih. Alat-alat sebelumnya dicuci menggunakan air bersih bila perlu menggunakan deterjen dan dibilas dengan air panas (60-70°C) untuk membunuh mikroba dan melarutkan lemak susu yang menempel pada alat-alat, selanjutnya alat-alat dikeringkan. Peralatan yang tidak bersih dapat mengakibatkan susu mengandung banyak mikroba/ kuman.

Susu dapat berperan menularkan penyakit dari orang sakit kepada orang sehat. Oleh karena itu pemerah susu harus bebas dari penyakit menular dan dalam keadaan bersih. Pemerah harus mengenakan pakaian bersih (bila perlu yang berwarna putih) dan mencuci tangan terlebih dahulu sebelum melakukan pemerahan. Pemerah susu dianjurkan untuk memeriksakan kesehatan setiap enam bulan atau setahun sekali.

8.2.3. Persiapan sapi perah

Sebelum diperah, ambing sapi dan daerah lipatan paha sapi terlebih dahulu dibersihkan dengan kain bersih yang telah dibasahi air bersih hangat. Bila perlu, ekor sapi diikat dan rambut daerah lipatan paha sapi perah digunting untuk menghindari jatuhnya rambut ke dalam susu sehingga menjamin kebersihan susu.

8.2.4. Proses pemerahan susu

Susu merupakan sekresi kelenjar susu yang dikeluarkan dari ambing sapi dengan cara diperah menggunakan tangan atau alat perah atau melalui proses penghisapan oleh anak sapi (*suckling*). Susu dari peternakan harus berkualitas baik secara nutrisi maupun secara bakteriologis serta tidak terkontaminasi oleh kotoran tanah atau cemaran kimia. Dalam pemasaran susu, maka susu harus diperoleh melalui metode pemerahan yang higienis dan penanganan yang baik di peternakan



dan pengumpul. Proses pemerahan dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara manual menggunakan tangan pemerah dan menggunakan alat atau mesin perah.

- a. Pemerahan manual yaitu proses pengeluaran susu dari ambing sapi oleh tangan pemerah. Selama pemerahan secara manual tangan pemerah harus dalam keadaan bersih, selain itu perlu dihindari kontaminasi dari lingkungan sekitar (sumber bau, polusi udara dan tanah/debu).
- b. Pemerahan menggunakan mesin/alat perah merupakan proses pengeluaran susu dari ambing sapi menggunakan mesin yang dioperasikan secara otomatis. Hasil pemerahan dengan alat perah menghasilkan susu yang relatif steril karena susu langsung terkumpul di wadah penampung susu tanpa kontak dengan udara luar, sehingga mikroba yang ada dalam susu adalah mikroba indigenus.

8.2.5. Pengumpulan dan transportasi susu

Pengumpulan susu dari peternakan sapi perah rakyat dilakukan oleh pengumpul susu yaitu menampung susu dari peternakan yang diangkut menggunakan wadah-wadah kecil (*milk can*) ditampung pada suatu wadah penampungan yang lebih besar. Susu selanjutnya diangkut ke tempat penampungan susu yang lebih besar biasanya koperasi susu. Alat-alat penampung susu kemudian dicuci menggunakan air bersih hangat bersuhu sekitar 60-70°C untuk menghilangkan lemak dan membersihkan mikroba yang menempel di wadah. Beberapa pabrik atau tempat pengumpulan susu di luar negeri membersihkan alat-alat pemerahan susu biasanya menggunakan larutan klorin 50 ppm, dibilas air hangat dan dikeringkan di tempat yang bersih dan kering.

Di koperasi, susu disaring dan diuji kualitasnya meliputi berat jenis (BJ), uji alkohol, kadar lemak, protein, bahan kering tanpa lemak (SNF/*Solid Non Fat*) dan total bakteri (*Total Plate Count/TPC*). Susu yang mengandung mikroba tinggi, pada uji alkohol susu akan pecah dan nilai TPC menunjukkan angka yang tinggi, sedangkan susu yang telah dipalsukan akan merubah nilai BJ susu atau susu pecah pada uji alkohol tergantung jenis pemalsuan yang dilakukan. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 2011 susu segar adalah susu murni yang tidak



mendapatkan perlakuan apapun kecuali proses pendinginan dan tanpa mempengaruhi kemurniannya.

Sebelum diangkut ke pabrik untuk diolah, susu yang telah lulus uji dikumpulkan pada alat pendingin (*Plate Cooler*) atau menggunakan air atau *glycol* dingin untuk mencapai suhu 4°C serta dilakukan homogenisasi. Globula lemak memiliki diameter $< 2\mu - > 6\mu$, dengan homogenisasi dikecilkan sehingga rata-rata diameternya $\pm 2\mu$. Prinsip: air susu dialirkan dengan tekanan, melalui lubang (klep kecil). Besarnya tekanan berkaitan dengan diameter yang diinginkan. Perubahan karena homogenisasi adalah diameter globula lemak menjadi lebih kecil; tidak memisah (homogen); terjadi lipolisis, lipase memecah lemak menjadi asam lemak dan apabila terjadi hidrolisis dapat menyebabkan rancid. Apabila homogenisasi dilakukan setelah pasteurisasi, maka lipase inaktif.

Susu diangkut ke industri pengolahan susu menggunakan tanki berpendingin, biasanya dilapisi *chilled water jacket* mengandung *icebank* untuk mencegah kemungkinan terjadinya peningkatan suhu susu dalam transportasi. Selama pengangkutan susu, baik dari peternak melalui pengumpul ke koperasi maupun dari koperasi ke pabrik pengolahan maka susu harus sedikit mungkin mengalami guncangan dalam perjalanan karena dapat terjadi pembuihan susu sehingga dapat menurunkan kualitasnya. Untuk itu jumlah pengisian susu ke dalam tanki harus diperhitungkan dengan baik.

9. PENANGANAN PASCA PANEN SUSU

Teknologi yang lazim dipakai untuk melakukan pencegahan kerusakan makanan yang disebabkan oleh kegiatan mikroba, yaitu: *refrigeration* (pendinginan) dan *heat treatment* (perlakuan panas)

9.1. Pendinginan (*refrigeration*)

Pendinginan adalah penyimpanan bahan makanan pada suhu sekitar 0°C sampai 10°C. Pada suhu rendah pada umumnya pertumbuhan bakteri terhambat dan jika ada beberapa jenis bakteri yang masih bisa berkembang pada suhu rendah maka kecepatan pertumbuhannya sangat lambat dan diperlukan waktu cukup lama



untuk dapat menyebabkan kerusakan bahan makanan atau dengan kata lain umur keawetan bahan makanan bertambah. Selain itu pada suhu rendah proses reaksi kimia, bio-kimia dan fisika juga akan menjadi lambat. Pendinginan hanya memperlambat semua proses yang terjadi dan bukan menghentikan. sehingga didalam proses pendinginan perlu dijaga agar suhu pendinginan harus selalu konstan.

9.2. Perlakuan panas (*heat treatment*)

Perlakuan panas adalah penggunaan panas yang cukup tinggi pada makanan dan ditujukan untuk mengurangi atau membunuh mikroba yang ada didalam makanan. Dalam hal ini dikenal 2 macam proses, yaitu: proses pasteurisasi dan proses sterilisasi.

9.2.1. Proses pasteurisasi

Dipandang dari segi kesehatan manusia susu segar yang tidak dipasteurisasi merupakan bahan makanan yang membahayakan bila dikonsumsi langsung, karena susu merupakan media yang sempurna untuk pertumbuhan mikroba yang dapat menginfeksi manusia. Penyakit seperti TBC, typhus, disentri

Pasteurisasi adalah suatu proses pemanasan pada suhu dibawah 100o C dan dalam jangka waktu tertentu yang dapat mematikan sebagian mikroba yang ada dalam susu. Proses pasteurisasi terutama ditujukan untuk membunuh semua bakteri pathogen dan juga dengan sendirinya mengurangi jumlah bakteri non-pathogen. Tetapi spora-spora bakteri tetap tahan terhadap perlakuan pasteurisasi. Selain ditujukan untuk membunuh mikroba pembawa penyakit (pathogen) seperti bakteri TB; Coli, dll, proses pasteurisasi yang dilanjutkan dengan pendinginan segera akan menghambat pertumbuhan mikroba yang tahan suhu pasteurisasi juga akan merusak sistem enzimatis yang dihasilkannya (misalnya enzim phosphatase, lipase, dll), sehingga dapat mengurangi kerusakan zat gizi serta memperbaiki daya simpan susu (*keeping quality*) dan mempertahankan rupa maupun cita rasa susu segar.

Dikenal dua metoda yang lazim digunakan pada proses pasteurisasi susu yaitu **LTLT** (*Low Temperature Long Time*) dan **HTST** (*High Temperature Short Time*). Metode LTLT pada dasarnya dilakukan dengan pemanasan susu sampai



suhu 63 – 65°C dan dipertahankan pada suhu tersebut selama 30 menit. Alat yang digunakan untuk LTLT berupa tangki terbuka (open vat) dengan pemanas tidak langsung atau lebih dikenal dengan “*Batch Pasteuriser*”. Sedang metoda HTST dilakukan dengan pemanasan susu selama 15 – 16 detik pada suhu 76 – 80°C atau lebih dengan menggunakan alat penukar panas (*heat exchanger*) dan diikuti dengan proses pendinginan susu dengan cepat agar mikroba yang masih hidup tidak tumbuh kembali.

9.2.2. Proses Sterilisasi Pada dasarnya dikenal 2 macam type sterilisasi, yaitu:

a. *Batch Sterilization*

Produk yang belum steril diisikan kedalam kemasan dan selanjutnya bersama-sama dilakukan proses sterilisasi. Biasanya dipakai suhu sterilisasi 120° C selama 20 atau 30 menit.

b. *Flow Sterilization (UHT)*

Produk dan kemasan disterilisasikan sendiri-sendiri/terpisah. Biasanya dipakai suhu sterilisasi 135° C sampai 150° C selama 2 detik.

10. MENGUJI KUALITAS SUSU

Susu yang ada dipasaran dikenal dengan minuman yang mengandung gizi yang lengkap dan menyehatkan. Namun demikian diperlukan upaya untuk mengetahui kualitas susu baik kualitas fisik, kimiawi, mikrobiologi dan mutu organoleptik. Susu harus memenuhi Standar Nasional Indonesia untuk susu segar.

Persyaratan kualitas susu sesuai SNI Tahun 2011, Susu harus memenuhi syarat-syarat minimal sebagai berikut. Persyaratan mutu susu berdasarkan SNI 3141.1:2011 (Tabel 6.7)



Tabel 6.7. Syarat mutu susu segar berdasarkan SNI 3141.1:2011

No.	Karakteristik	satuan	Syarat
a.	Berat jenis (pada suhu 27,5oC) minuman	g/ml	1,0270
b.	Kadar lemak minimum	%	3,0
c.	Kadar bahan kering tanpa lemak minimum	%	7,8
d.	Kadar protein minimum	%	2,8
e.	Warna, bau, rasa, kekentalan	-	Tidak ada perubahan
f.	Derajat asam	oSH	6,0-7,5
g.	pH	-	6,3-6,8
h.	Uji alcohol (70%) v/v	-	Negative
i.	Cemaran mikroba, maksimum 1. Total Plate Count 2. Staphylococcus aureus 3. enterobacteriaceae	CFU/ml CFU/ml CFU/ml	1x10 ⁶ 1x10 ² 1x10 ³
j.	Jumlah sel somatic maksimum	Sel/ml	4x10 ⁵
k.	Residu antibiotika (golongan penisilin, tetrasiklin, aminoglikosida, makrolida)	-	Negative
l.	Uji pemalsuan	-	Negative
m.	Titik beku	oC	-0.520 s.d. -0.560
n.	Uji peroksidase	-	Positif
o.	Cemaran logam berat, maksimum 1. timbal (Pb) 2. Merkuri (Hg) 3. Arsen (As)	µg/ml µg/ml µg/ml	0.02 0.03 0.1



10.1. Kualitas fisik

Kualitas fisik susu segar dapat diamati dengan metode penentuan berat jenis susu (BJ susu) dengan laktodensitometer; pH susu dilakukan dengan pH meter;

Derajat keasaman susu dilakukan dengan menentukan keasaman titrasi. Keasaman pada susu terutama disebabkan oleh aktivitas bakteri yang dapat mengubah laktosa menjadi asam laktat yang dikenal dengan istilah *developed acidity*.

Viskositas diukur dengan viscometer. Viskositas susu dan susu skim tergantung pH dan suhu. Suhu yang rendah mengakibatkan peningkatan viskositas. Penanganan susu yang kurang baik akan meningkatkan viskositas. Susu segar mempunyai viskositas 1,5-2,0 centipoise pada suhu 20°C.

Uji didih/masak untuk mengetahui susu masih segar dan bermutu baik. Apabila pada uji masak terdapat butir-butir air susu, maka ini dinyatakan positif, hal ini disebabkan: derajat asam tinggi, air susu sudah pecah; mengandung kolostrum; sapi yang hampir kering; bahan keju telah berubah dan penyakit mastitis

Uji alkohol untuk mengetahui kondisi susu dalam keadaan rusak atau tidak; Apabila pada uji alkohol terjadi butir-butir pada air susu maka dinyatakan positif. Air susu yang positif disebabkan karena: air susu mulai asam atau telah asam; adanya colostrums; permulaan adanya mastitis

10.2. Kualitas kimiawi

Kualitas kimiawi dilakukan untuk mengetahui jumlah kandungan protein, lemak, laktosa di dalam susu. Kadar protein dapat ditentukan dengan melakukan titrasi formol dimana formaldehid dengan asam amino membentuk asam amino dimetilol. Kadar lemak susu dapat diuji menggunakan metode *Gerber* atau metode *Babcock*.

10.3. Kualitas mikrobiologi

Kualitas mikrobiologi susu ditentukan oleh jumlah dan jenis mikroorganisme yang terkandung di dalam susu. Kualitas mikrobiologi susu akan menentukan daya



simpan. Perhitungan jumlah mikroorganisme dalam susu dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu perhitungan secara langsung dan tidak langsung. Perhitungan secara langsung dapat dilakukan dengan menggunakan counting chamber. Pengujian tidak langsung dengan uji reduktase, uji total plate count (TPC), uji most probable number (MPN).

Pengujian kualitas mikrobiologi susu akan memberikan informasi yang dapat mencerminkan keadaan susu pada saat diperah dan diolah. Jumlah bakteri yang tinggi dapat menunjukkan adanya kontaminasi pada susu. Jumlah bakteri dalam susu tergantung pada:

- 1) Jumlah bakteri yang mengontaminasi susu saat diperah
- 2) Lamanya waktu antara pemerahan sampai penggunaan susu/pengolahan
- 3) Suhu selama pemerahan sampai penggunaan susu/pengolahan
- 4) Terjadinya rekontaminasi pada susu olahan

10.4. Kualitas organoleptik

Kualitas organoleptik bertujuan mengamati warna, rasa, aroma, dan kebersihan susu. Kualitas organoleptik berkaitan dengan penggunaan pancaindera. Pengujian ini akan memberikan hasil maksimal bagi orang yang memiliki pengalaman dalam bidang pengujian dan pengolahan susu. Pengujian kualitas organoleptik meliputi, uji warna, uji rasa, uji aroma dan uji kebersihan.

Susu mempunyai warna putih kekuningan. Warna putih berasal dari kasein yang merupakan disperse koloid sehingga tidak tembus cahaya. Warna kekuningan diakibatkan oleh kandungan lemak dalam susu, terutama dipengaruhi oleh zat-zat terlarut dalam lemak yang berasal dari pakan. Warna susu biru, berarti dicampur dengan air; warna susu kuning, terdapat carotene (Pro-vit. A) dan warna susu merah, kemungkinan terdapat darah. Pengujian rasa dapat dilakukan setelah dipanaskan setelah susu dipanaskan. Rasa susu pahit, karena pembentuk pepton; rasa lobak, karena adanya kuman coli dan rasa sabun karena adanya kuman laktis.

Aroma ataupun biasa dikenal dengan istilah *flavor* dalam susu menunjukkan bau yang mengarah kepada bau sedap/enak. Susu berbau busuk karena penyakit



mastitis; susu berbau asam menandakan susu telah membusuk; dan susu berbau silage, bau lobak dan lain lain tergantung dari macam pakan yang dimakan oleh sapi.

Uji kebersihan susu dilakukan dengan penyaringan menggunakan filter. Susu yang baru diperah banyak mengandung kotoran, baik yang terlihat oleh mata maupun tidak. Kotoran-kotoran yang besar, seperti bulu, rambut, dan pakan dapat dihilangkan dengan filter. Bakteri dan partikel-partikel atau kotoran kecil masih bisa melewati alat penyaring sehingga kualitas mikrobiologi susu tidak berubah seperti saat sebelum dilakukan penyaringan. Susu disaring dengan memakai kertas saring yang terbuat dari kapas, dapat dinilai apakah air susu itu bersih, sedang, kotor atau kotor sekali.

11. PEMERIKSAAN PEMALSUAN AIR SUSU

Pemeriksaan air susu dilakukan untuk mengetahui kemungkinan terjadi pemalsuan. Namun pemeriksaan ini tidak mudah. Hasil pemeriksaan dapat berarti jika air susu yang diperiksa dibandingkan dengan hasil pemeriksaan susu kandang, yang langsung berasal dari pemerahan sapi.

11.1. Pemalsuan Dengan Air Beras/Air Tajin

Pemalsuan secara ini sering dilakukan. Pemalsuan ini dapat dibuktikan secara kimiawi atau dengan mikroskop.

a. Pemeriksaan Kimiawi

Di dalam tabung reaksi dicampurkan 10 cc air susu dengan 0.5 cc larutan asam asetat (*acetic acid*) kemudian dipanaskan dan disaring dengan kertas saring. Kepada filtratnya diteteskan 4 tetes larutan lugol. Reaksi negatif, jika warna cairan menjadi hijau dan reaksi positif jika warna cairan menjadi biru.

b. Pemeriksaan dengan Mikroskop

Di dalam susu atau sedimennya dapat dilihat butir-butir amylumnya.



11.2. Pemalsuan dengan susu Masak

Pemalsuan ini sering dilakukan. Konsumen lebih suka minum susu pada pagi hari, karena itu sore hari susu banyak sisa diperusahaan atau pada peternakan rakyat. Sisa itu dimasak lalu didinginkan dan disimpan. Besok paginya susu yang telah dimasak itu dicampur dengan susu segar berasal dari pemerahan pagi hari. Inipun merupakan pemalsuan yang dapat dibuktikan secara kimia atau mikroskopi

11.3. Pemalsuan dengan susu Kambing

Air susu yang dipalsukan dengan susu kambing akan berbau tajam dari kambing. Dengan demikian akan mudah dibuktikan pemalsuan tersebut.

11.4. Pemalsuan dengan penambahan air dan skim milk atau dengan pengambilan krim dan penambahan air (pemalsuan berganda)

Bila air susu ditambah air dan skim milk dalam perbandingan yang betul atau krim diambil dari susu kemudian ditambah air dalam perbandingan yang betul, maka air susu akan :

- Berat jenis tidak berubah
- Kadar lemak turun
- Kadar bahan kering akan turun
- Kadar lemak dalam bahan kering akan turun juga

11.5. Pemalsuan dengan air

Kalau sedikit air ditambahkan, aspek air susu tidak berubah. Kalau air ditambah dalam jumlah banyak, maka susu akan encer dan kebiru-biruan. Umumnya pemalsuan mengakibatkan :

- Titik beku naik
- Berat jenis, kadar lemak dan kadar bahan kering turun.
- Persentase lemak bahan kering tetap



11.6. Pemalsuan dengan Skim Milk atau Mengurangi Krim

Pemalsuan ini umumnya mengakibatkan:

- B.J. naik
- Kadar lemak turun
- Kadar bahan kering turun
- Kadar lemak dalam bahan kering turun
- Titik beku mungkin tidak menyimpang.

11.7. Pemalsuan dengan santan, mengakibatkan :

- Kadar lemak naik
- Daya pisah krim menjadi lambat
- Angka katalase naik
- Kadar gula naik
- Terdapat butir-butir lemak besar dari sel-sel tumbuhan (mikroskop)

11.8. Pemalsuan dengan air kelapa

Pemalsuan ini kadang-kadang karena susu berbau kelapa, maka jarang dilakukan orang. Akibatnya pemalsuan :

- Kadar lemak naik
- Daya pisah krim menjadi lambat
- Angka katalase naik
- Kadar gula
- Terdapat butir-butir lemak besar dari sel-sel tumbuhan (mikroskop)

11.9. Pemalsuan dengan susu Kaleng Atau Penambahan Gula

Dibuktikan dengan reaksi *Conradi* ssebagai berikut : Di dalam cawan porselen dicampur : resorcin 100 mg, air susu 25 ml dan HCl 2.5 ml. Campuran ini dimasak sampai mendidih selama 5 menit sambil diaduk-aduk perlahan-lahan. Bila terjadi warna ungu membuktikan adanya pemalsuan susu dengan susu



manis. Bila terjadi warna coklat membuktikan pemalsuan dengan susu kaleng yang tak bergula.

11.10. Pemalsuan dengan Tepung

Sering orang melakukan pemalsuan susu segar dengan menambahkan air kemudian ditambah dengan tepung segar supaya berat jenis susu tetap tinggi. Maka untuk itu dapat diketahui dengan cara sebagai berikut :

- Kocok susu yang tersangka secara sempurna
- Teteskan susu tersebut sebanyak 15-20 tetes kedalam cawan gelas
- Tambahkan 1 tetes larutan jodium 0.1 N
- Kocok secara perlahan-lahan dengan sumber memutar cawan gelas tersebut kemudian biarkan.
- Setelah satu menit, lihatlah dasar cawan gelas tersebut.

Bila terdapat butir-butir berwarna biru tua, menunjukkan bahwa susu tersebut telah dibubuhi tepung. Mungkin pula terdapat 2 atau 3 butir yang berwarna kecoklat-coklatan hal ini keadaan yang normal. Dengan cara pemeriksaan tersebut diatas dapat menentukan adanya tepung sampai 0,001 %

12. KERUSAKAN SUSU

Susu mudah mengalami kerusakan karena susu merupakan media yang sangat baik bagi pertumbuhan mikrobia, sehingga dapat menyebabkan penyakit yang berbahaya bagi yang mengkonsumsi.

12.1.Hidrolisis

Enzim lipase menyebabkan hidrolisis gliserida dan kemudian membebaskan asam-asam lemak. Proses ini sering disebut lipolisis. Enzim lipase merupakan enzim yang bertanggung jawab terhadap terbentuknya flavor egik pada susu dan olahannya.

12.2. *Rancidity oxidative*

Kerusakan susu akibat oksidasi dapat menyebabkan bau tengik pada susu. Cara yang dapat dilakukan untuk mencegahnya adalah:



- a. mengusir O₂, CO₂, N₂ (mengurangi *volume head space*)
- b. pemanasan O- SH → menguap (bersifat reduktif)
- c. menghindari ion Cu²⁺, Fe²⁺ dan Zn²⁺ (katalisator, alat-alat pengolahan tdk dr Cu, Fe, Zn)
- d. Suhu penyimpanan (susu segar dalam keadaan dingin)
- e. Homogenisasi (memperkecil diameter globula lemak)

12.3. Sunlight Flavor

Adanya sinar matahari, lampu neon. Secara kimiawi disebabkan karena perubahan asam amino metionin menjadi metional + CO₂ + NH₃. Penyebab : intensitas sinar, lamanya dan kemasan. Asal metionin : jarang sekali dalam bentuk bebas, tetapi terikat dalam molekul protein. Sehingga adanya kerusakan flavor diawali dengan pemecahan protein yang menghasilkan metionin.

12.4. Pemanasan (*Heated flavor*)

Susu yang dipanaskan pada suhu tinggi dapat menyebabkan hilangnya flavor alami susu (*off flavor*)

12.5. *Cooked flavor*

Cooked flavor disebabkan oleh laktoglobulin. Pada pemanasan, suhu 70°C, protein mengalami denaturasi dan melepaskan gugus SH, shg H₂S dan senyawa volatile S

12.6. *Caramelized flavor*

Flavor caramel yang berasal dari reaksi asam amino fenil alanin dan asam piruvat

12.7. *Absorbed flavor*

Absorbed flavor disebabkan bau-bauan yang diserap oleh susu secara langsung dan melalui tubuh (ventilasi, kondisi kandang, pemerah). Absorbed falvor dapat berlangsung cepat pada lingkungan yang tidak saniter. Yang lebih intensif adalah melalui tubuh sapi, ada dua mekanisme :

- a. hidung (bernafas) → paru-paru → darah → sel-sel puting → susu
- b. Pencernaan : alat pencernaan → darah → sel-sel puting → susu



12.8. Bau sapi (*Cow flavor*)

Cow flavor disebabkan adanya gangguan metabolisme yang menghasilkan keton

12.9. Kerusakan oleh mikrobial

Kerusakan susu yang diakibatkan oleh mikrobial antara lain:

- Aroma asam dihasilkan oleh *Streptococcus cactis*, *Leuconostoc sp.*, dan *Clostridium sp.*
- Aroma getir dihasilkan bakteri proteolitik
- Bau terbakar dihasilkan oleh *Streptococcus lactis*
- Bau sabun disebabkan bakteri *Pseudomonas sopolactica*
- Bau lobak disebabkan oleh *Enterobacterium coli*
- Bau ikan disebabkan bakteri *Pseudomonas*
- Bau gudang disebabkan bakteri *Aerobacter oxytocum*

13. KASUS PADA SUSU

13.1. SUSU BERMELAMIN

Beberapa waktu yang lalu, sempat mencuat kasus susu yang mengandung melamin dan beredar di Indonesia. Melamin, berbahaya bagi kesehatan manusia, terutama bagi bayi yang masih rentan tingkat kesehatannya. Melamin merupakan suatu polimer, hasil persenyawaan kimia antara *monomer formaldehid* dan *fenol*. Apabila keduanya bergabung menjadi satu senyawa, yakni melamin, namun kandungan racun di dalam *formaldehid* tidak hilang sama sekali. Saat susu bubuk bermelamin itu dicampur air panas (sebelum dikonsumsi), racun di *formaldehid* akan kembali muncul atau terlepas. Bentuknya akan sulit dibedakan.

Campuran melamin akan membuat susu terlihat lebih kental, hal ini dianggap masyarakat awam sebagai kandungan protein yang banyak. Akibatnya, tanpa terasa kandungan racun masuk bersama susu yang dikonsumsi. Pada konsumsi dalam jumlah kecil, antibodi tubuh bisa membuang racun tersebut melalui buang air besar maupun muntah. Namun dalam jumlah sedang, kandungan racun tersebut bisa tertimbun pada organ liver, ginjal dan empedu. Lama-kelamaan,



konsumsi yang berkepanjangan akan mengakibatkan kegagalan kerja pada organ-organ tersebut (liver, ginjal dan empedu) hingga menyebabkan kematian. Kalau konsumsi susu bermelamin itu dalam jumlah besar dalam waktu singkat, maka jaringan lambung dan usus bayi akan bisa rapuh dan mudah terkoyak. Kematian sesaat setelah mengkonsumsinya sangat besar terjadi.

Susu terdiri dari tiga komponen utama: air, lemak, dan protein. Protein yang terdapat dalam susu terdiri dari dua jenis, yakni kasein dan whey. Ciri dari protein adalah terdapatnya unsur N pada rantainya, tidak seperti lemak dan karbohidrat yang hanya terdiri dari unsur C, H, dan O. Protein susu biasanya terdiri dari 80% kasein dan 20% whey. Kasein termasuk jenis phosphoprotein, sementara whey adalah campuran antara beta-lactoglobulin (65%), alpha-lactalbumin (25%) dan serum albumin (8%).

Melamin memiliki rumus kimia $C_3H_6N_6$, dengan nama IUPAC 1,3,5-triazine- 2,4,6-triamine. Struktur ini terdiri dari C, H, dan N, sehingga sangat mirip dengan protein. Kualitas susu ditentukan oleh kadar protein: makin tinggi kadar protein, makin mahal harga susu tersebut. Kasein juga adalah salah satu komponen termahal dalam formula susu, sehingga pabrik susu biasanya menghindari penambahan kasein terlalu banyak. Mengganti kasein dengan melamin, maka, pengujian kimia protein yang berdasarkan pada kadar nitrogen akan menunjukkan hasil yang positif, padahal isinya bukan kasein, tapi melamin.

Melamin yang dipermasalahkan adalah senyawa organik bersifat basa dengan rumus $C_3H_6N_6$, kandungan nitrogennya sampai 66 persen, biasa didapat sebagai kristal putih. Melamin biasanya digunakan untuk membuat plastik, lem, dan pupuk. Plastik dari melamin, karena sifat tahan panasnya, digunakan luas untuk perkakas dapur. Penambahan melamin ke makanan tidak diperbolehkan oleh otoritas pengawas makanan negara mana pun. Walaupun studi tentang efek konsumsi melamin pada manusia belum ada, namun hasil ekstrapolasi dari studi pada hewan dapat digunakan untuk memperkirakan efek pada manusia. Hal itu telah tampak bila melamin bergabung dengan asam sianurat (yang biasa juga terdapat sebagai pengotor melamin) akan terbentuk kristal yang dapat menjadi batu



ginjal. Batu ginjal ini telah tampak pada hewan-hewan korban kasus pengoplosan melamin tahun lalu. Batu ginjal inilah yang dapat menyumbat saluran kecil di ginjal yang kemudian dapat menghentikan produksi urine, gagal ginjal, bahkan kematian. Melamin bersifat karsinogen pada hewan. Gejala yang diamati akibat kontaminasi melamin terdapat pada darah di urine, produksi urine yang sedikit, atau sama sekali tidak dihasilkan, tanda-tanda infeksi ginjal, dan tekanan darah tinggi.

Melamin tidak dapat dimetabolisme oleh tubuh. Senyawa ini memiliki toksisitas akut rendah LD₅₀ di tikus, yaitu 3.161 mg per kg berat badan. Pada studi dengan menggunakan hewan dikonfirmasi, asupan melamin murni yang tinggi mengakibatkan inflamasi kandung kemih dan pembentukan batu kandung kemih.

Food and Drugs Administration (Badan Makanan dan Obat) Amerika Serikat menyatakan, asupan harian yang dapat ditoleransi (tolerable daily intake/TDI) melamin adalah 0,63 mg per kg berat badan. Pada masyarakat Eropa, otoritas pengawas makanannya mengeset standar yang lebih rendah, yaitu 0,5 mg per kg berat badan. Dari inspeksi yang dilakukan di China, dari 491 batch (kelompok) yang dites, 69 di antaranya positif mengandung melamin, berkisar dari 0,09 mg per kg susu sampai 619 mg per kg susu. Bahkan ada yang mencapai 2.563 mg per kg. Dengan konsumsi susu formula per kg berat badan bayi sekitar 140 g sehari, kalau bayi mengonsumsi susu yang terkontaminasi akan menerima asupan melamin 0,013-86,7 mg per kg berat badannya. Bahkan, kalau mengonsumsi susu yang terkontaminasi 2.563 mg melamin per kg susu, dapat mencapai asupan 358,8 mg per kg berat badannya. Jauh melampaui batas toleransinya!

Proses pembuatan susu, ada dua kali kadar protein diperiksa. Yang pertama adalah pada saat *spray drying* pertama, dimana air dipisahkan dari protein. Disini dilakukan pengujian yang akurat karena produsen wajib menentukan prosentasi whey dan kasein dari protein dalam susu. Contohnya untuk susu bayi, perbandingan kasein dan whey harus 80:20, karena harus sama dengan komposisi ASI. Nah, pengecekan kedua dilakukan sesudah proses homogenisasi, dimana dilakukan pengecekan kimia sederhana yang hanya menentukan kadar nitrogen, karena komposisinya sudah dicek pada pengecekan pertama.



Melamin tidak mungkin dimasukkan sebelum pengecekan pertama, karena pasti akan terdeteksi. Melamin yang tidak larut dalam air juga tidak mungkin ditambahkan pada tahap akhir atau terkontaminasi pada saat pengepakan, karena melamin tidak larut dalam air dan harus dilarutkan dulu dalam lemak. Jadi, melamin diduga ditambahkan sebelum pengecekan kedua, persis sebelum proses homogenisasi. Dengan demikian, nilai protein susu bisa terdongkrak dengan biaya murah, dan pemberian melamin tidak akan terdeteksi lagi.

Jadi, kontaminasi melamin yang dimaksud pastilah disengaja. Karena, dalam proses pembuatan susu, biasanya semua bahan yang digunakan adalah stainless steel tanpa cat sehingga tidak mungkin terjadi kontaminasi melamin, tanpa disengaja'. Lalu bagaimana dengan klaim bahwa peternaklah yang menyebabkan susu sapi tercemar? Juga tidak mungkin. Melamin, jika dimakan oleh sapi, maka akan tersaring di ginjal, sehingga tidak akan mengkontaminasi susunya. Secara sederhana, kalau sapi nya makan melamin, maka susunya tidak mungkin mengandung melamin. Satu-satunya zat yang bisa mengkontaminasi susu dari makanan adalah antibiotik - itulah sebabnya, hanya sapi bebas antibiotik yang susunya bisa dikonsumsi oleh bayi (di Indonesia, 100% diimpor dari New Zealand).

13.2. Susu tercemar *Enterobacter sakazakii*

Enterobacter sakazakii merupakan bakteri gram negatif anaerob fakultatif, berbentuk koliform (kokoid), dan tidak membentuk spora. Bakteri ini termasuk dalam famili Enterobacteriaceae. Pada tahun 1980, bakteri ini dikukuhkan dalam genus *Enterobacter* sebagai suatu spesies baru yang diberi nama *Enterobacter sakazakii* untuk menghargai seorang bakteriolog Jepang bernama Riichi Sakazakii. *Enterobacter sakazakii* bukan merupakan mikroorganisme normal pada saluran pencernaan hewan dan manusia, sehingga disinyalir bahwa tanah, air, sayuran, tikus dan lalat merupakan sumber infeksi. *Enterobacter sakazakii* dapat ditemukan di beberapa lingkungan industri makanan (pabrik susu, coklat, kentan, sereal, dan pasta), lingkungan berair, sedimen tanah yang lembab. Dalam beberapa bahan



makanan yang potensi terkontaminasi *E. sakazakii* antara lain keju, sosis, daging cincang awetan, sayuran, dan susu bubuk

E. sakazakii pertamakali ditemukan pada tahun 1958 pada 78 kasus bayi dengan infeksi meningitis. Sejauh ini juga dilaporkan beberapa kasus yang serupa pada beberapa Negara. Meskipun bakteri ini dapat menginfeksi pada segala usia tetapi resiko terbesar terkena adalah usia bayi. Peningkatan kasus yang besar di laporkan terjadi di bagian Neonatal Intensive Care Units (NICUs) beberapa rumah sakit di Inggris, Belanda, Amerika dan Kanada. Di Amerika Serikat angka kejadian infeksi *E. sakazakii* yang pernah dilaporkan adalah 1 per 100 000 bayi. Terjadi peningkatan angka kejadian menjadi 9.4 per 100 000 pada bayi dengan berat lahir sangat rendah (<1.5 kg) .

Menurut Badan Kesehatan Dunia, kejadian bayi terinfeksi bakteri ini cukup jarang terjadi. Review penelitian yang telah dilakukan WHO terhadap berbagai laporan infeksi *E. sakazakii* (*Cronobacter* spp.) di seluruh dunia didapatkan 120 kasus pada usia bayi hingga usia 3 tahun. Enam di antaranya adalah usia 6–11 bulan dan 2 kasus usia 1-3 tahun. Dari semua jumlah tersebut dilaporkan 27 kasus meninggal dunia.. Karena kasusnya sangat jarang maka Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) belum mengharuskan negara-negara anggota WHO melakukan pemeriksaan rutin terhadap bakteri *Enterobacter sakazakii*

Sejauh ini kasus infeksi *Sakazakii* di Indonesia, belum pernah dilaporkan. Meski beberapa laporan media masa atau beberapa kasus terjadi tuntutan orangtua karena anaknya dicurigai terinfeksi, tetapi ternyata dalam pemeriksaan medis lengkap tidak terbukti. Karena kasusnya sangat jarang dalam 42 tahun terakhir maka Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) belum mengharuskan negara-negara anggota WHO melakukan pemeriksaan rutin terhadap bakteri *Enterobacter sakazakii*

Meskipun infeksi karena bakteri ini sangat jarang, tetapi dapat mengakibatkan penyakit yang sangat berbahaya sampai dapat mengancam jiwa, di antaranya adalah neonatal meningitis (infeksi selaput otak pada bayi), hidrosefalus (kepala besar karena cairan otak berlebihan), sepsis (infeksi berat) , and necrotizing



enterocolitis (kerusakan berat saluran cerna). Sedangkan pada beberapa kasus dilaporkan terjadi infeksi saluran kencing. Secara umum, tingkat kefatalan kasus (case-fatality rate) atau resiko untuk dapat mengancam jiwa berkisar antara 40-80% pada bayi baru lahir yang mendapat diagnosis infeksi berat karena penyakit ini.

Laporan mengenai infeksi *E. sakazakii* menunjukkan bahwa bakteri ini dapat menyebabkan radang selaput otak dan radang usus pada bayi. Kelompok bayi yang memiliki resiko tertinggi terinfeksi *E. sakazakii* yaitu neonatus (baru lahir hingga umur 28 hari), bayi dengan gangguan sistem tubuh, bayi dengan berat badan lahir rendah (BBLR), bayi prematur, dan bayi yang lahir dari ibu yang mengidap *Human Immunodeficiency Virus* (HIV)

Enterobacter sp. merupakan patogen nosokomial yang menjadi penyebab berbagai macam infeksi termasuk bakteremia, infeksi saluran pernapasan bagian bawah, infeksi kulit dan jaringan lunak, infeksi saluran kemih, infeksi dalam perut, radang jantung, radang sendi, osteomyelitis, dan infeksi mata

Angka kematian akibat infeksi *E. sakazakii* mencapai 40-80%. Sebanyak 50% pasien yang dilaporkan menderita infeksi *E. sakazakii* meninggal dalam waktu satu minggu setelah diagnosa. Hingga kini belum ada penentuan dosis infeksi *E. sakazakii*, namun sebesar 3 cfu/100 gram dapat digunakan sebagai perkiraan awal dosis infeksi

Infeksi otak yang disebabkan karena *E. sakazakii* dapat mengakibatkan infark atau abses otak (kerusakan otak) dengan bentukan kista, gangguan persarafan yang berat dan gejala sisa gangguan perkembangan. Gejala yang dapat terjadi pada bayi atau anak di antaranya adalah diare, kembung, muntah, demam tinggi, bayi tampak kuning, kesadaran menurun (malas minum, tidak menangis), mendadak biru, sesak hingga kejang. Bayi prematur, berat badan lahir rendah (kurang dari 2.500 gram) dan penderita dengan gangguan kekebalan tubuh adalah individu yang paling beresiko untuk mengalami infeksi ini. Meskipun juga jarang bakteri patogen ini dapat mengakibatkan bakteremia dan osteomyelitis (infeksi tulang) pada penderita dewasa. Pada penelitian terakhir didapatkan kemampuan 12 jenis strain



E. sakazakii untuk bertahan hidup pada suhu 58 C dalam proses pemanasan rehidrasi susu formula.

Proses pencemaran

Terjadinya kontaminasi bakteri dapat dimulai ketika susu diperah dari puting sapi. Lubang puting susu memiliki diameter kecil yang memungkinkan bakteri tumbuh di sekitarnya. Bakteri ini ikut terbawa dengan susu ketika diperah. Meskipun demikian, aplikasi teknologi dapat mengurangi tingkat pencemaran pada tahap ini dengan penggunaan mesin pemerah susu (*milking machine*), sehingga susu yang keluar dari puting tidak mengalami kontak dengan udara.

Pencemaran susu oleh mikroorganisme lebih lanjut dapat terjadi selama pemerahan (*milking*), penanganan (*handling*), penyimpanan (*storage*), dan aktivitas pra-pengolahan (*pre-processing*) lainnya. Mata rantai produksi susu memerlukan proses yang steril dari hulu hingga hilir, sehingga bakteri tidak mendapat kesempatan untuk tumbuh dan berkembang dalam susu. Peralatan pemerahan yang tidak steril dan tempat penyimpanan yang tidak bersih dapat menyebabkan tercemarnya susu oleh bakteri. Susu memerlukan penyimpanan dalam temperatur rendah agar tidak terjadi kontaminasi bakteri. Udara yang terdapat dalam lingkungan di sekitar tempat pengolahan merupakan media yang dapat membawa bakteri untuk mencemari susu. Proses pengolahan susu sangat dianjurkan untuk dilakukan di dalam ruangan tertutup.

Manusia yang berada dalam proses pemerahan dan pengolahan susu dapat menjadi penyebab timbulnya bakteri dalam susu. Tangan dan anggota tubuh lainnya harus steril ketika pemerah dan mengolah susu. Bahkan, hembusan napas manusia ketika proses pemerahan dan pengolahan susu dapat menjadi sumber timbulnya bakteri. Sapi perah dan peternak yang berada dalam sebuah peternakan harus dalam kondisi sehat dan bersih agar tidak mencemari susu. Proses produksi susu di tingkat peternakan memerlukan penerapan *good farming practice* seperti yang telah diterapkan di negara-negara maju.



Antisipasi

Selain temuan IPB ternyata dari berbagai penelitian dan pengalaman di beberapa Negara tersebut sebenarnya WHO (World Health Organization), USFDA (United States Food and Drug Administration) dan beberapa negara maju lainnya telah menetapkan bahwa susu bubuk formula bayi bukanlah produk komersial yang steril. Sedangkan susu formula cair yang siap saji, dianggap sebagai produk komersial steril karena dengan proses pemanasan yang cukup. Sehingga di bagian perawatan bayi NICU, USFDA menggunakan perubahan rekomendasi dengan pemberian susu bayi formula cair siap saji untuk penderita bayi prematur yang rentan terjadi infeksi. Sayangnya di Indonesia produk susu tersebut belum banyak dan relative mahal harganya.

Rekomendasi lain yang harus diperhatikan untuk mengurangi resiko infeksi tersebut adalah cara penyajian yang baik dan benar. Diantaranya adalah menyajikan hanya dalam jumlah sedikit atau secukupnya untuk setiap kali minum untuk mengurangi kuantitas dan waktu susu formula terkontaminasi dengan udara kamar. Meminimalkan “hang time” atau waktu antara kontak susu dengan udara kamar hingga saat pemberian. Waktu yang direkomendasikan adalah tidak lebih dari 4 jam. Semakin lama waktu tersebut meningkatkan resiko pertumbuhan mikroba dalam susu formula tersebut. Tetapi apabila susu tersebut telah diminum sebaiknya bila lewat 2 jam dibuang.

Hal lain yang penting adalah memperhatikan dengan baik dan benar cara penyajian susu formula bagi bayi, sesuai instruksi dalam kaleng atau petunjuk umum. Peningkatan pengetahuan orangtua, perawat bayi dan praktisi klinis lainnya tentang prosedur persiapan dan pemberian susu formula yang baik dan benar harus terus dilakukan.

Terlepas benar tidaknya akurasi temuan tersebut sebaiknya pemerintah dalam hal ini departemen kesehatan harus bertindak cepat dan tepat sebelum terjadi kegelisahan. Sedangkan orangtua tetap waspada dan jeli dalam memilih produk susu bagi putra-putrinya.